ग्रंथसंपादक व ग्रंथप्रसारक मंडळीची ग्रंथमाला.

वनस्पतिविचार.

लेखक

रघुनाथ विष्णु दामले, बी. ए.,

बॉटनीचेलेक्चरर, ॲग्रिकल्चर कॉलेज—कानपूर.

प्रकाशक

दामोदर सांवळाराम आणि मंडळी,

जनरल प्रिंटर्स, पब्लिशर्स व एजंटस्—ठाकुरद्वार—मुंबई.

सन १९१३ इ०

मुंबई, " इंदुप्रकाश " स्टीम प्रेसमध्यें छापिलें.

किंमत १ रुपया.

हें पुस्तक घर नं० ४३४ ठाकुरद्वाररोड, मुंबई येथें 'इंदुप्रकाश' छापखान्यांत रा० रा० दामोदर सांवळाराम यंदे, यांनीं छापून प्रसिद्ध केलें.



श्रीमंत सर परशुराम भाऊसाहेब पटवर्धन, जमखंडीकर.

अर्पणपत्रिका.

श्रीमंत राजश्री

सर परशुराम भाऊसाहेब पटवर्धन

के. सी. आय. ई.,

जमखंडी संस्थानाधिपति

यांस;

विद्याभिरुचि, गुणग्राहकता, औदार्य, इत्यादि श्रीमंतांच्या
गुणांवर लुब्ध होऊन, श्रीमंतांचा एक प्रजाजन
आपली पुस्तकरूपी अल्प कृति सप्रेम व
नम्रतापूर्वक श्रीमंतांचे चरणीं
सादर करीत आहे.

ग्रंथकर्ता.



श्रीमंत सर परशुराम भाऊसाहेब पटवर्धन, जमखंडीकर

अर्पणपत्रिका.

श्रीमंत राजश्री

सर परशुराम भाऊसाहेब पटवर्धन

के. सी. आय. ई.,

जमखंडी संस्थानाधिपति

यांस,

विद्याभिरुचि, गुणग्राहकता, औदार्य, इत्यादि श्रीमंतांच्या
गुणांवर लुब्ध होऊन, श्रीमंतांचा एक प्रजाजन
आपली पुस्तकरूपीं अल्प कृति सप्रेम व
नम्रतापूर्वक श्रीमंतांचे चरणीं
सादर करीत आहे.

ग्रंथकर्ता.

ग्रंथकर्त्याचे चार शब्द.

मराठी भाषेंत शास्त्रीय विषयावर जे ग्रंथ आजपर्यंत झाले आहेत, त्यांची संख्या अत्यल्प आहे हें कोणासही नाकबूल करतां येणें शक्य नाहीं. व जे कांहीं लिहिले गेले आहेत, ते अशा विषयावरील विदेशीय ग्रंथांच्या मानानें अगदीं नाहींतच असें म्हटलें असतां चालेल. शास्त्रीय विषयाचीं केवळ शास्त्र या दृष्टीनें व्यावहारिक उपयुक्ततेचा विचार बाजूस ठेवून चर्चा करणारीं पुस्तकें लिहिण्याचा प्रघात आमच्या देशांत विशेष नव्हता. कोणताही ग्रंथ कांहीं व्यावहारीक उपयुक्ततेच्या दृष्टीनेंच लिहिला जात असे आणि म्हणूनच यंत्रशास्त्र, पदार्थविज्ञानशास्त्र, निरिंद्रिंय व सेंद्रिंय पदार्थांचें रसायनशास्त्र व वनस्पति शास्त्र या विषयांवर लिहिलेले स्वतंत्र ग्रंथ विशेष उपलब्ध नाहींत. वरील विषयांची माहिती आमच्या पूर्वजांस मुळींच नव्हती, असें मात्र यावरून कोणीही समजूं नये. पदार्थविज्ञानशास्त्र, यंत्रशास्त्र वगैरे विषयांतील मुख्य मुख्य सिद्धान्त त्यांना खास माहीत होते, याविषयीं विश्वसनीय आधार सांपडतात. परंतु वरीलसारख्या विषयांची संकलित माहिती निरनिराळ्या स्वतंत्र ग्रंथांतून दिलेली अशी सांपडत नाहीं. ही उणीव आधुनिक ग्रंथकारांनीं अंशतः भरून काढली आहे. वर नमूद केलेल्या विषयावर लिहिलेलीं छोटेखानी पुस्तकें आज थोडींबहुत उपलब्ध आहेत व याच तऱ्हेचा एक प्रयत्न वनस्पति शास्त्रासंबंधानें मीं केला आहे. वनस्पतींच्या गुणधर्माविषयीं वैद्यकांत उपयोगी पडणारी माहिती आमच्या वैद्यकावरील ग्रंथांत सांपडते. परंतु या ग्रंथांतून वनस्पतींच्या मूळांपासून तों शेंड्यापर्यंत असणाऱ्या निरनिराळ्या भागांचें वर्णन, त्यांच्या व्याख्या, त्यांच्या निरनिराळ्या जाती, त्यांचे रंगरूपभेद, व सजीव कोटींतील एक व्यक्ति, या नात्यानें–तिच्या पोषणाच्या, वाढीच्या व वंशविस्ताराच्या दृष्टीनें–या निरनिराळ्या भागांचीं कर्तव्यें व तसेंच या निरनिराळ्या भागांच्या अंतररचनेंत असणारें वैचित्र्य वगैरे विषयांची केवळ शास्त्र या दृष्टीनें केलेली चर्चा आपणास आढळत नाहीं. वरील प्रकारची थोडीबहुत माहिती देणारीं पुस्तकें माझ्यापूर्वी डॉक्टर (सध्या सर) भालचंद्र कृष्ण भाटवडेकर, राव ब०

रा० काशीनाथ बाळकृष्ण मराठे, गुरुवर्य प्रो० भाटे, वगैरेसारख्या विद्वान् गृहस्थांनीं लिहिलेलीं आहेत. सर भालचंद्र व रा० ब० मराठे यांच्या पुस्तकांत वनस्पति शास्त्रांतील मुख्य भागांची अत्यंत त्रोटक अशी माहिती दिली आहे. प्रो० भाटे यांच्या 'जननमरणमीमांसा व जीवनशास्त्र' या पुस्तकांतून वनस्पति व प्राणिकोटी यांमधील साम्यभेदांचा तुलनात्मक रीतीनें ऊहापोह केलेला आहे. या पुस्तकांतील विषय सुलभ व चटकदार भाषेंत कोणत्याही सुशिक्षित माणसास सहज समजेल अशा रीतीनें मांडला आहे. परंतु या तिन्ही पुस्तकांत वर निर्दिष्ट केलेल्या भागांची विस्तृत अशी थोडीबहुत माहिती ज्यांत सांपडेल, असा एखादा ग्रंथ आपल्या भाषेत असावा अशी सहज प्रेरणा मनांत एक दिवस उत्पन्न झाली, आणि ईशकृपेनें व कांहीं मित्रांच्या प्रोत्साहनानें ती मनांत कायम राहिल्यामुळें, या प्रेरणेचें रूपांतर प्रयत्नांत झालें व त्या प्रयत्नांचें दृश्य फल हा वेडयावांकडया भाषेंत लिहिलेला ग्रंथ होय. ग्रंथकर्त्यास अवश्य असणारें भाषाप्रभुत्व माझे ठिकाणीं नाहीं, तसेंच आपल्या अल्पमतीच्या जोरावर लिहिलेलें पुस्तक स्वतः प्रसिद्ध करण्याचें द्रव्यबल तरी जवळ होतें, असेंही नाहीं. तेव्हां अशा प्रतिकूल परिस्थितींत लिहिलेल्या ग्रंथांत बरेच दोष वांचकांस सांपडणें संभवनीय आहे. परंतु मातृभाषेची एक अत्यल्प सेवा, एवढ्याच एका गोष्टीच्या भरंवशावर वाचकवर्ग या माझ्या कृतीकडे हंसक्षीरन्यायानें पाहून योग्य त्या सूचना करतील, अशी मी आशा करितों.

कोणत्याही शास्त्रीय ग्रंथांतील विषय सहज समजण्यास त्यांतील पारिभाषिक शब्द सुलभ असले पाहिजेत. तसेंच वनस्पतीशास्त्रासारखा विषय प्रत्यक्ष निरनिराळ्या वनस्पतींचे नमुने पाहून जितका समजेल तितका तो निवळ वाचनानें समजणें अशक्यच आहे, असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. परंतु दूध नाहीं तर निदान दुधाची तहान ज्याप्रमाणें ताकानें अंशतः शमन होते, त्याच न्यायानें प्रत्यक्ष ताजी जिवंत वनस्पति पाहण्यास मिळाली नाहीं, तरी तें कार्य पुस्तकांत त्यांच्या आकृति दिल्या असतां बरेंच भागतें. परंतु आमच्या पुस्तकांत आकृती किंवा चित्रें घातलीं नाहींत. यामुळें ग्रंथपूर्तीस बराच कमीपणा आला आहे. ग्रंथांत चित्र देणें बरेंच खर्चाचें काम आहे व ग्रंथकर्ता पडला गरीब; तेव्हां हा दोष याच्यावर लादणें निष्ठुरतेचें होईल. तरीपण ईशकृपेनें या पुस्तकाची दुसरी

आवृत्ति काढण्याचा सुदिन उगवल्यास, ही चित्रांची उणीव भरून काढण्याची उमेद ग्रंथकर्ता बाळगीत आहे.

आतां पारिभाषिक शब्द शास्त्रीय ग्रंथांत ग्रंथकर्त्यानें स्वतः तयार करून घालावे किंवा नाहीं, याविषयीं बरेंच मतवैचित्र्य आहे. स्वभाषेची वाढ होण्यास पारिभाषिक शब्द आपल्याच भाषेंत असावेत, असें मला वाटत असल्यामुळें, मीं ते यथामति तयार करून घातले आहेत. ते शब्द यथार्थच आहेत, असा माझा आग्रह नाहीं, आणि म्हणूनच त्यांची योग्यायोग्यता हा विषय इंग्रजींतून शिकलेल्या विद्वान् लोकांस ठरवितां यावी व त्याप्रमाणें अशा चर्चेस चालन मिळावें, या दुहेरी हेतूनें तयार केलेल्या प्रत्येक पारिभाषिक शब्दापुढें तत्सदृश इंग्रजी शब्द दिला आहे; व कांहीं ठिकाणीं एकच अर्थ दर्शविणारे दोन प्रकारचे शब्द कोठें कोठें पडले आहेत, असा संशय आल्यामुळें पुस्तकाच्या शेवटीं 'शब्द सूची ' ही दिली आहे, तिचा उपयोग वाचकांनीं करावा अशी त्यांस नम्र विनंति आहे.

सरतेशेवटीं ज्यांचें सहाय्य मिळालें नसतां माझ्या ह्या कृतीस आजचें स्वरूप निदान इतक्या लवकर प्राप्त होणें कधींही शक्य नव्हतें व ज्यानीं स्वभाषेची सेवा आज कित्येक वर्षें तनमनधन अर्पण करून चालविली आहे, असे जे ग्रंथप्रसारक मंडळीचे चिटणीस रा० रा० दामोदर सांवळाराम यंदे यांचे व तसेंच माझी हस्त लिखित प्रत तपासून मला कांहीं अत्यंत उपयुक्त सूचना केल्याबद्दल, गुरुवर्य प्रो० भाटे (यांनीं माझ्या ग्रंथास प्रस्तावना लिहून माझा विशेषच गौरव केला आहे), प्रो० दीक्षित, रा० रा० लक्ष्मण बाळाजी मोडक, परममित्र रा० बाळाजीपंत पटवर्धन, रा० भास्करराव घारे, रा० माधवराव फाटक व डॉ० नंदकिशोर यांचे आभार मानणें माझें कर्तव्य आहे, आणि तें मी मोठ्या आनंदानें करितों.

शेतकी कॉलेज
कानपूर, १२-७-१३.

ग्रंथकर्ता.

प्रस्तावना.

' वनस्पतिविचार ' म्हणजे झाडाबद्दलची माहिती. ' झाड ' म्हटल्याबरोबर वड, पिंपळ, बाभूळ, कोन्हांटी, तगर, कण्हेर, पुदीना, मका, मोहरी इत्यादि अनेक लहान मोठे वृक्ष नजरेपुढें येतात आणि साधारण मनुष्यास देखील हा सिद्ध शब्द (झाड) अत्यंत परिचयाचा वाटतो, व तो पुष्कळ अंशानें मार्गदर्शक असतो, हेंही पण खरें आहे. " पुष्कळ अंशानें " म्हणण्याचें कारण साधारण मनुष्यास ' झाड ' या शब्दानें बुरसा, धोंड (दगड) फूल, शेवाळे, भूछत्र, अळंबें इत्यादि अनेकविध सूक्ष्म वनस्पतींचा बोध होत नाहीं. लहानमोठ्या वृक्षलतादिकांचा समावेश करण्याच्या उद्देशानें ' झाडेंझुडें ' ' झाडें झुडपें ' ' झाडझाडोरा ' इत्यादि शब्दांची योजना होते; परंतु तेथें देखील वरील सूक्ष्म वनस्पति लक्षांत न येऊन अगर निरुपयोगी समजल्या गेल्यामुळें, प्रायः वगळलेल्याच असतात. 'वनस्पति' म्हणजे काय? वन म्हणजे अरण्य अगर जंगल; अर्थात् झाडाझुडपांचा प्रचंड समुदाय. साधारण छोट्या समुदायास वन म्हणत नाहींत; बाग, शेत, कुरण वगैरे कांहींतरी म्हणतात. या वनाचा पति (षष्ठी-तत्पुरुष समास मानल्यास वनस्पति ?) म्हणजे मालक अगर नियंता, कोण ? खरा मालक ईश्वर असला, तरी ' वनस्पति ' हा शब्द ईश्वरवाचक नाहीं हें खास. तो जगच्चालक प्रभु वनाचाच काय, परंतु अखिल सृष्टीचा खरोखरीचा सर्वतोपरी मालक आहे, ही निर्विवाद गोष्ट आहे. तर मग ' वनस्पति ' म्हणजे जंगल अधिकारी (Conservator of Forest) तर नव्हेना ? छेः, असा अर्थ करणें म्हणजे केवळ शब्दच्छलच होईल. अरण्याचा टापू आंखून घेऊन त्यांत इतर कोणालाही फिरकूं न देणाऱ्या मृगराजास ही यथार्थ

पदवी देण्यांत आली आहे. त्या अर्थी वनस्पति म्हणजे सिंह होय असें म्हट-ल्यास ' वनस्पति ' आणि ' प्राणि ' म्हणजे ' झाडें ' आणि 'जनावरें ' असे वर्ग करण्यास सवडच उरत नाहीं. उडु म्हणजे तारा आणि मृग म्हणजे जनावर. सर्व ताऱ्यांमध्यें मोठा म्हणून चंद्रास उडुराज म्हणतात, आणि सर्व प्राण्यांमध्यें प्रबल म्हणून सिंहास मृगराज म्हणतात. अशा अर्थानें पहातां नर्मदातटाकीं असलेल्या कबीरवडाप्रमाणें सर्व झाडाझुडपांमध्यें अत्यंत विस्तीर्ण अशा झाडास तरुराज अगर वृक्षराज असें म्हणणें अगदीं सयुक्तिक होईल. आणि पुढें क्रमेंकरून वटवृक्षाचें अगर इतर कोणत्याही याहून मोठ्या झाडाचें हें विशेषनामदेखील बनवितां येईल. तरुराज अगर वृक्षराज म्हणण्याऐवजीं वनराज ऊर्फ वनस्पति म्हणण्यामध्यें दोन अडचणी येतात. वन हा शब्द समुदायवाचक असल्यानें तो प्रत्येक झाडास लावतां येत नाहीं. उडूंचा राजा म्हणून उडुराज, मृगांचा राजा म्हणून मृगराज, त्याप्रमाणेंच वनांचा (झाडांचा नव्हे) राजा म्हणून वनराज ऊर्फ वनस्पति असें प्रतिपादन करतां येत नाहीं. शिवाय उडुराज, मृगराज या शब्दाप्रमाणें वनराज अगर वनस्पति हें विशेषनाम करून कोण्या एका विवक्षित झाडास दिल्यास हल्लीं चालू असलेल्या वहिवाटीप्रमाणें प्रत्येक झाडास तें लावतां यावयाचें नाहीं. सारांश, सांकेतिक अगर पारिभाषिक या नात्यानें वनस्पति हा शब्द तरु, वृक्ष, लता, झाड इत्यादिकांशीं समानार्थक समजावयाचा आहे. त्याच्या व्युत्पत्तिबद्दल काथ्याकूट करण्यांत कांहीं हांशील नाहीं.

' प्राणी ' या शब्दाची देखील अवस्था अशीच आहे. ज्यास प्राण आहे तो प्राणी. प्राणाचें स्वरूप ओळखणें बरेंच कठीण व दीर्घ प्रयासाचें असून, परि-णामीं प्रस्तुत इष्ट कार्यास साधकच होईल; अशाबद्दल बिलकुल खात्री नाहीं. प्राण ही एक प्रकारची शक्ति आहे, असें सांगितल्यानें कांहीं विशेष बोध होत नाहीं. कारण उष्णता, प्रकाश, विद्युत्, चुंबकाकर्षण वगैरे शक्तीचे प्रकार सहज सुचवितां येतात. मनुष्य मेला म्हणजे प्रथम त्याचें शरीर गार पडतें. बाकी सर्व निदान कांहीं वेळपर्यंत तरी अगदीं यथापूर्व असतें. अशा प्रसंगीं प्राण म्हणजे उष्णता असें सकृद्दर्शनीं ठरल्यासारखें दिसतें खरें. कारण प्राणो-त्क्रमणामुळेंच म्हणजे त्या उष्णतेच्या अभावींच, रुधिराभिसरण, श्वासोच्छ्वास, ज्ञानतंतुस्फुरण इत्यादि दरोबस्त क्रिया बंद पडतात. उलटपक्षीं आगगाडीच्या

एंजिनांत पाणी, कोळसा (अगर लांकडें) भरून उष्णता पोंचविली म्हणजे एंजिन पूर्ववत् सर्व क्रिया करूं लागतें; परंतु तीच उष्णता मनुष्याच्या मृत शरीरास दिल्यास काय होतें ? अन्नपचन, रुधिराभिसरणादि क्रिया पूर्ववत् सुरू होण्याचें बाजूलाच रहातें; परंतु चितेवरील जबरदस्त उष्णतेमुळें सर्व शरीरच्याशरीर भस्मीभूत होतें, म्हणजे त्याची राख रांगोळी होते. आणि त्याबरोबर व्यक्तिशः जिवंत असलेल्या त्या मृत शरीरांतील असंख्य पेशी मात्र मृत्युमुखांत बळजबरीनें कोंबल्या जातात ! याप्रमाणें प्राण म्हणजे केवळ उष्णता कांहीं नव्हे, असें खात्रीलायक सिद्ध होतें.

प्राण म्हणजे एकप्रकारचा वायु आहे, असें सिद्ध करणें देखील वरीलप्रमाणेंच दुरापास्त होणार. मनुष्याच्या शरीरामध्यें एक वायु असतो, त्याला स्थलपरत्वें प्राण, अपान, उदान, समान, व्यान, हीं नांवें आहेत, असें सांगण्यांत येतें; परंतु हवेप्रमाणें त्या वायूचें पृथक्करण झालेलें नाहीं व तो वायु म्हणजे कोणतें मूलतत्त्व अगर कोणत्या मूलतत्त्वांचें मिश्रण हें ठरलेलें नाहीं. यदाकदाचित् तसें ठरलेलें असतें, तरी मृत शरीरामध्यें तो वायु भरल्यानें मनुष्य पुन्हां जिवंत झाला असता किंवा नाहीं, याबद्दल पुष्कळ वानवाच आहे. खाटीक बकऱ्याचें पोट फाडून आंतील आंतडीं, कोथळा, वगैरे बाहेर काढितो; परंतु पुन्हां ते सर्व भाग त्याला पूर्ववत् जागच्या जागीं बसवितां येत नाहींत; कारण ते बाहेर काढतांना असा कांहीं एक पदार्थ फाटतो अगर नासतो कीं, जो आज तारखेस आम्हांस बनवितांच येत नाहीं. याचप्रमाणें प्राण गेला म्हणजे अशी एक कांहीं चीज बाहेर जाते कीं, जिचें पूर्ण स्वरूप आज मितीस आम्हांस कळलेलें नाहीं. याच कारणामुळें सचेतन–अचेतन, सजीव–निर्जीव, सेंद्रिय–निरिंद्रिय यांच्यांमधील खरा भेद कळत नाहीं, आणि तप्त अपोगोलकांत चैतन्य आहे कीं नाहीं, हवेनें तट्ट फुगलेल्या भात्यांत जीव आहे कीं नाहीं, लोहचुंबक टांचणीला अगर सुईला आकर्षितो, ती क्रिया इच्छापूर्वक अगर सहेतुक होय कीं नव्हे, इत्यादि प्रश्न आम्हांस अगदीं गोंधळवून सोडतात. एंजिनमध्यें पाणी भरून त्याची वाफ करून, ती आळीपाळीनें दट्ट्याच्या दोन्हीं बाजूस सोडिली, म्हणजे दट्ट्या मागें–पुढें सरून गाडी हालूं लागते; तथापि पाण्यास बेतवार उष्णता देऊन वाफ योग्य मार्गानें आणि योग्य प्रमाणानें पोंचविण्यास ड्रायव्हर हजर असावा लागतो. तें काम फायरमन (आगवाला)

अगर वॉटरमन (पाणीवाला) यांच्या हातून होत नाहीं. तद्वत्‌च प्राण्याच्या शरीराच्या एंजिनांतील आम्हीं (वैद्य, डाक्टर, हकीम वगैरेसुद्धां) केवळ फायरमेन अगर वाटरमेन आहों, तहान लागली म्हणजे आम्ही या एंजिनांत (शरीरांत) पाणी भरतों आणि भूक लागली म्हणजे अन्नरूप कोळसा अगर सरपण भरतों; इतकेंच काय तें. याच्या पुढची अक्कल आमच्या ड्रायव्हरनें आम्हांस शिकविलीच नाहीं. हा ड्रायव्हर म्हणजे प्राण होय, व त्याचीं कामें तोच करूं जाणे. आता इतकें खरें कीं, रसायनशास्त्ररीत्या पदार्थांचें पृथक्करण करून, वरील प्रकारची अक्कल पैदा करण्याचा आटोकाट प्रयत्न मनुष्यानें केलेला आहे; परंतु तो प्रयत्न कितपत फलद्रूप झाला आहे, हें आजमितीस सर्वत्र चांगलेंच कळून चुकलें आहे. रसायनशास्त्रवेत्ते सांगतात कीं, हिरा म्हणजे केवळ निर्भेळ स्वच्छ कार्बन म्हणजे जवळ जवळ कोळशासारखा. तथापि कोळशाचा मुबलक पुरवठा असून आणि हवा तितका कार्बन मिळण्यासारखा असून अद्यापि त्यांनीं एकहि 'कोहिनूर' तयार केला नाहीं, आणि किमयागारांनीं सोनेंही अद्यापि स्वस्त केलें नाहीं. पाण्याचें पृथक्करण करून ऑक्सिजन (प्राणवायु) व हायड्रोजन काढून दाखवितात, आणि तीं दोन्हीं मूलतत्त्वें एकत्र करून पाणी बनवितात; परंतु अवर्षण पडल्यास हा रासायनिक प्रयोग कितपत उपयोगी पडेल, याची जबरदस्त शंकाच आहे. अंडीं, मांस, गहूं, तांदूळ, भाजीपाला, फळफळावळ वगैरेंचीं पृथक्करणें झालेलीं आहेत; परंतु अद्यापि कोणत्याही रसायनशाळेंतून खाद्य, पेय, लेह्यादिकांचा पुरवठा करण्यांत येत नाहीं. सारांश प्राणाचें खरें स्वरूप चांगलें कळलेलें नाहीं. हें कळलेलें नसल्यामुळें म्हणा, अगर वस्तुस्थितीच तशी असल्यामुळें म्हणा, चोंहींकडे प्राण भरून राहिला असल्यासारखा भास होतो आणि मरण म्हणजे काय, याचा चांगला उलगडा पडत नाहीं. अखिल वस्तुसमुदायास लागू करण्यासारखे म्हणून उत्पत्ति–स्थिति–लय हे शब्द योजितात आणि त्यांपैकीं सचेतन अगर सजीव समजल्या जाणाऱ्यांसंबंधानें जनन, जीवन आणि मरण हे शब्द वापरतात. उत्पत्तीची मीमांसा करूं लागलें म्हणजे अखेर तळाशीं हाताला कांहींच लागत नाहीं, आणि अज्ञान कबूल करण्याच्या ऐवजीं आपण 'अनादि' शब्दाचा उपयोग करून ज्ञानाचा आविर्भाव आणतो. लयाची मीमांसादेखील अशीच मारुतीच्या शेपटाप्रमाणें लांबते आणि

या टोंकास जसा 'अनादि' शब्द त्याप्रमाणें त्या टोंकास 'अनंत' हा शब्द जोडण्यांत येतो.

इतके हे सर्व सूक्ष्म व क्लिष्ट भेदाभेद बाजूस ठेवून केवळ झाडझुडपांकडेच आपण जर नजर फेंकिली, तर तेथें देखील शब्दयोजनाचातुर्य जितक्यास तितकेंच दिसतें. झाडांना प्राण असल्याचें पदोपदीं हरतऱ्हेनें कबूल करावयाचें, परंतु त्यांना प्राणिमात्र म्हणावयाचें नाहीं! अर्थावरूनच केवळ पहातां सिंहव्याघ्रादिकांना वनस्पति कां म्हणूं नये आणि झाडांझुडपांना प्राणी कां म्हणूं नये, याचें उत्तर देतां येण्यासारखें नाहीं. कांहीं प्राणी अंडीं घालतात, त्याप्रमाणें झाडेंदेखील घालतात. प्राण्यांमध्यें त्यांना अंडीं म्हणतात, तर इकडे झाडांमध्यें त्यांना बिया म्हणतात इतकाच काय तो फरक. कोंबडीचें अंडें योग्यकालपर्यंत उबविलें गेलें म्हणजे पुढें त्यांतून पिल्लूं बाहेर येतें; त्याप्रमाणेंच बीजाला उष्णता, ओलावा, हवा वगैरे अवश्य तितकी साधनसामुग्री मिळाली म्हणजे त्यांतून अंकुर बाहेर येतो व पुढें योग्य कालीं त्या बीजास जनक वृक्षाचें रूप प्राप्त होतें. प्राण्यांप्रमाणें झाडांसदेखील बाल्य, तारुण्य, वार्धक्य या स्थिती आहेत; व तीं देखील वाढतात, खातात, पितात, वठतात, सुकतात व मरतात. इतकें सर्व कबूल असून देखील त्यांना प्राणी असें न म्हणण्याचा इतका हट्ट कां हें कांहीं कळत नाहीं. या प्राण्यांवर (झाडांवर) ताव मारणारे आणि त्या प्राण्यांवर ताव मारणारांची कुचेष्टा करणारे अशा कोणी, हा नामकरणामध्यें बुद्धिपुरस्सर पंक्तिप्रपंच केला असल्यास कोणास माहित ? विलायतेंतील वनस्पत्याहारामध्यें कोंबड्याच्या अंड्यांचा समावेश होतो, म्हणून हंसणाऱ्या मंडळींनीं इकडच्या आपल्या वनस्पत्याहारांत प्राण्यांपासून मिळणारें दूध व तज्जन्य दहीं, ताक, लोणी, तूप यांचा समावेश होतो हें विसरून कसें चालेल ? वास्तविक पहातां गाय असो, म्हैस असो, अगर शेळी असो, तिच्या आचळांतील दूध (हें वांसरूं, रेडकूं, कोंकरूं, करडूं, हवें ते त्याला म्हणा) तिच्या पोरांकरितां ईश्वरानें निर्मिलेलें असतें. परंतु आपण तें निःशंकपणें काढून घेतों आणि त्याच्या ऐवजीं म्हशीच्या रेडकांस पीठ चारतों आणि ताक पाजतों! दूध म्हणजे खरोखर एकप्रकारचें रक्तच होय. परंतु आम्हा वनस्पत्याहाऱ्यांची या दुधावर भारी भिस्त आहे. नुसतें दूध पिऊन निराहार, उपोषणें, उपवास वगैरे

सर्व प्रकार होतात! मधमाशांनीं आपल्या स्वतःच्या उपयोगाकरितां तयार करून ठेवलेला मध देखील आम्ही असाच खातों. पंचामृतपूजेमधील पयस्नान, घृतस्नान, दधिस्नान व मधुस्नान हीं या प्राणिजन्य पदार्थांच्या वर्गात येतात, आणि शर्करास्नान मात्र वनस्पतिजन्य पदार्थांच्या वर्गांत जातें. वनस्पतिरूप प्राण्यांबद्दल तर बोलावयासच नको. कारण आम्ही बोलूनचालून वनस्पत्याहारी. सोले (हरभऱ्याचे कोवळे दाणे) वरणे, वाटाणे, तूर, मूग, उडीद वगैरेंच्या शेंगांतील दाणे म्हणजे कोंवळीं अंडीं, आपण मोठ्या प्रेमानें आणि स्वच्छ अंतःकरणानें खातों. मटक्या, कुळीथ, वाटाणे, पावटे, वगैरे म्हणजे त्या त्या झाडांचीं पूर्ण वाढलेलीं अंडीं होत. यांची उसळ करून आम्हीं ती जशीच्या तशी (वरच्या करवंटीसह) फस्त करितों. कांहींच्या मुळ्या तर कांहींचीं खोडें, कांहींचीं पानें, तर कांहींचीं फुलें, असे अनेक भिन्नभिन्न भाग किसून, कांपून, चेंचून, पिळून, उकडून, शिजवून, तळून, भाजून वगैरे अनेक प्रकारांनीं खातों; आणि जंगली माणूस कच्चें मांस खातो, त्याप्रमाणें ऊंस, कांकडी, खरबूज, कलिंगडें, पेरू, फणस वगैरे पदार्थ अग्नीचा संस्कार न करतां खातों. असें केल्याशिवाय आम्हांस गत्यंतरच नाहीं. कारण केवळ निरिंद्रिय सृष्टीमधून मिळूं शकणाऱ्या पाणी, मीठ वगैरेसारख्या पदार्थांवर प्राण धारण करितां येत नाहीं. यावरून 'अहिंसा परमोधर्मः' या तत्त्वाची अंमलबजावणी शक्यच दिसत नाहीं. खरें म्हटल्यास हिंसा म्हणजे काय हेंच स्पष्ट सांगणें कठीण. या महासागरांतील एका ठिकाणचें पाणी दुसऱ्या ठिकाणीं गेलें तर तें नाहींसें झालें अगर नाश पावलें असें कसें म्हणावयाचें? बालक आईचें दूध पितें किंवा गर्भावस्थेमध्यें धडधडीत आईच्या शरीरांतील उत्तम रक्त त्याच्या पोषणास जातें यावरून मातृहत्येचें पाप त्याच्या पदरांत कसें बांधतां येणार? व्यावहारिक दृष्टीनें पाहिल्यास निव्वळ वनस्पत्याहारामध्यें देखील पुष्कळशी हिंसा होते, यांत कांहीं संशय नाहीं. हें जाणूनच गलितपर्णें भक्षण करून रहाण्याचा उपदेश करण्यांत आला आहे. या उपदेशांतील खरें तत्त्व असें कीं, कस्तूरीमृगास स्वतःला नको असलेली कस्तूरी त्याच्यापासून घेण्यांत कोणत्याही प्रकारचा गौणपणा नाहीं. त्याप्रमाणेंच झाडांना नको असलेला डिंक किंवा इतर तसेच पदार्थ अगर भाग खाण्यांत कांहीं दोष नाहीं. हा सिद्धांतदेखील जीवनशास्त्रदृष्ट्या अगदीं निर्दोष नाहीं हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे. तात्त्विकदृष्ट्या

विचार करीत गेल्यास शेवटीं ' हिंसा केली ' कीं ' मुक्ति दिली ' असा प्रश्न भारदस्तपणें अखेरीस विचारावयास सवड राहते आणि मृताच्या अगर मारणाराच्या इच्छेची, बुद्धिमत्तेची व ज्ञानाची मीमांसा साफ सोडून देऊन ' कर्ता करविता तो (ईश्वर) आहे ' असें म्हणून आपलें पूर्ण अज्ञान आणि तज्जन्य मनांतील गोंधळ मनुष्य प्रांजलपणें कबूल करितो. पाणी आणि मीठ हे मात्र दोन पदार्थ असे आहेत कीं, त्यांच्या अस्तित्वास जीव हा साक्षात् अगर परंपरेनें कारणीभूत नसतो, आणि त्या अर्थी पाणी प्याल्यास अगर मीठ खाल्यास हिंसा होते कीं नाहीं, हा मुळीं प्रश्नच निघत नाहीं. शरीरामध्यें थोडाबहुत लोह असतो तोही पदार्थ याच प्रकारचा आणखी कांहीं थोडे असे पदार्थ असतात खरे, परंतु त्यांच्यावर प्राण धारण होत नाहीं असा अनुभव आहे.

एकंदरींत सारांश असा कीं, प्राण्यांपैकीं कांहींना सांकेतिक अगर पारिभाषिक या नात्यानें वनस्पति हा शब्द लावण्यांस येतो. अशा या वनस्पतींमधील आणि प्राण्यांमधील भेद खुलासेवार सांगणें कित्येकदां अगदीं अशक्य होतें. हा भेद सांगण्याच्या प्रयत्नाची पुष्कळ शिकस्त झाली आहे, तथापि आजमितीस असे पुष्कळ सजीव पदार्थ आहेत कीं, ज्यांना धड प्राणीही म्हणतां येत नाहीं आणि वनस्पतीही म्हणतां येत नाहीं. या वर्गाला झूफाईटस् (Zoophytes) असें नांव दिलें आहे. या नांवाचा अर्थ प्राणिरूप वनस्पति अगर ' वनस्पतिरूप प्राणी ', असा होतो. हा शब्दप्रयोग दगडफूल, अबदुलभट, सीतारामखान, आब्राहामाप्पा हा अशा प्रकारचा आहे, आणि यावरून वनस्पति आणि प्राणी यांच्यामधील भेद सांगणें नेहमीं शक्य नसतें, हें उघड सिद्ध होतें. एकंदरींत खरे सजीव कोण आणि खरे निर्जीव कोण, याचा विचार येथें कर्तव्य नाहीं. तसेंच वनस्पति आणि प्राणि यांच्यामधील खरा भेद कोणता तेंही पहावयाचें नाहीं, या अखिल वस्तुजातापैकीं कांहीं–कीं ज्यांना पारिभाषिक अगर सांकेतिक नांव वनस्पति हें दिलें आहे, आणि ज्यांच्यापैकीं पुष्कळांचा बोध व्यवहारामध्यें झाड या शब्दानें होतो, अशा–वस्तूंबद्दलची कांहीं माहिती येथें देण्यांत येत आहे. वनस्पतिविचार म्हणजे वनस्पतीचे विचार नव्हेत, वनस्पतीमध्यें मज्जातंतुजाल आहे कीं नाहीं, याबद्दल बरीच शंका आहे. इष्ट वस्तूंचें विचारपूर्वक सेवन आणि अनिष्टाचा बुद्धिपुरस्सर त्याग हें

फारसें त्यांच्यामध्यें दिसत नाहीं. लाजरी (लाजाळू) मख्खीमार (flytrap) इत्यादि वनस्पति अपवादरूपीच होत. यामुळें वनस्पतींना विचार करण्याची ताकद नाहीं, असेंच आपण आजमितीस समजत आहों. सारांश–वनस्पति-विचार म्हणजे झाडाझुडांबद्दलचे शहाण्यासुरत्या मनुष्यांचे विचार होत. हे विचार करीत असतांना मनुष्याच्या हातून एक नकळत चुकी होत असते. तिच्याबद्दल जरा सावधगिरी ठेवणें अत्यंत इष्ट आहे. ही चुकी म्हणजे सर्व-ज्ञत्वाची घमेंड बाळगणें ही होय. मोठमोठे विचारी म्हणविणारे लोक देखील ही घमेंड केवळ नकळत बाळगतात. आपण अज्ञ मूढ वगैरे असल्याचें तोंडानें कबूल करावयाचें; परंतु ज्या गोष्टींचें ज्ञान करून घेण्याचीं साधनेंच ईश्वरानें दिलीं नाहींत–एवंच जें ज्ञान केवळ दुष्प्राप्य–त्याबद्दल मारे लंबे लंबे गोष्टी सांगावयाच्या. उदाहरणार्थ, चंद्रावर वातावरण आहेसें दिसत नाहीं म्हणून किंवा सूर्य ज्वलत् हायड्रोजननें वेष्टिलेला असावासें वाटतें म्हणून, खगोलशास्त्र विशारदांनीं अगर व्यासंग्यांनीं उभयतां चंद्रसूर्यांवर जीवाचा अभाव ठाम ठरवूं पहाणें म्हणजे कितीतरी धाष्टर्य हें ! ज्याप्रमाणें आपण येथें प्राणवायूवर प्राण धारण करितों, त्याप्रमाणें जळत्या हायड्रोजनवर प्राण धारण करणारे अगर मुळींच कोणताहि वायु शरीरांत न घेणारे जीव कदाचित् असण्याचा संभव आहे, अशी कल्पना देखील करणें शक्य नाहीं काय ? मनुष्याला ईश्वरानें फुप्फुसें दिलीं आहेत, त्यायोगें तो हवेमध्यें श्वासोच्छ्वास करतो आणि पाण्यांत बुडाल्यास फुप्फुसांत पाणी जाऊन तो मरतो; एवढ्यावरून त्याला पाण्यामध्यें कोणत्याही प्रकारचे जीव नसावे, असें अनुमानितां येईल काय ? तेथें मासे, मगर, सुसरी, शेवंडे, खेकडे, झिंगे इत्यादि हजारों प्रकारचे प्राणी असतात; व पाण्यांत विरलेला प्राणवायु घेतां यावा, याकरितां त्यांना ईश्वरानें फुप्फुसांच्याऐवजीं कल्ले दिले आहेत. अशा माशाला जमिनीवर येतां येत नाहीं, मग हवेमध्यें संचाराचें नांवच नको. याकरितां जर हवेमध्यें कोणताही प्राणी असूं शकावयाचा नाहीं म्हटलें तर तें वस्तुस्थितीस अनुसरून होईल काय ? भिन्नभिन्न परिस्थितीस साजेल अशा प्रकारानेंच ईश्वरानें वन-स्पति आणि प्राणी यांची वांटणी केली आहे आणि यामुळेंच गोव्यासारखा आंबा लंडनमध्यें मिळावयाचा नाहीं, आणि ओक, एबनी, महागनी, वगैरे वृक्ष मुंबईमध्यें मिळावयाचे नाहींत. विशिष्ट सि तीच्या परिज्ञानास अवश्य व उप-

योगी अशी विशिष्टसाधनसामुग्री ईश्वरानें दिलेली असते. तिच्या साहाय्यानें भिन्न परिस्थितीचें ज्ञान करून घेण्याची खटपट करणें म्हणजे खिशांतलें घड्याळ दुरुस्त करण्यास खोरें, कुदळ, पहार, ओळंबा, गुण्या, इत्यादि साधनें मागण्यासारखेंच अजागळपणाचें होतें. याकरितां मला स्वतःसंबंधानें अमुक इतकें माहित आहे, बाकीचे माहित नाहीं, इतरासंबंधानें माहित असणें शक्यच नाहीं, असें म्हणून गप्प तरी बसावें, नाहींतर हातीं घेतलेली घटपटादि खटपट ऊर्फ काथ्याकूट अशीच चालू ठेवावी. काय निष्पन्न होईल तें होईल. पहिल्यापेक्षां दुसरा मार्ग अधिक प्रशस्त होय हें उघड आहे. ' चक्षुर्वैसत्यं ' हा सिद्धांत उराशी बाळगून मैल, दोन मैल, तीन मैल जेथवर नजर पोंचेल तेवढेंच काय तें जग त्याच्यापलीकडे कांहीं नाहीं, अशी दृढ समजूत करून घेऊन अगदीं गप्प बसणें कधींही योग्य होणार नाहीं. ईश्वरानें दिलेल्या डोळ्यांचा उपयोग करून सर्व वस्तु पहाण्याचा प्रयत्न करावा. मात्र यच्चयावत् वस्तु दिसतील अशी दुराशा मात्र धरूं नये. कारण सर्व वस्तु पहाण्यासारखे डोळे ईश्वरानें आम्हांस दिलेच नाहींत. याची खात्री बाळगावी आणि हवी तर प्रतीति घ्यावी. या डोळ्यांना दिसणाऱ्या वस्तु देखील पहाण्यास अंतर, सुषुप्ति, विस्मरण वगैरे अनेक अडथळे असतात. ते दूर करून पहावे. लंडन पहाण्यास इंग्लंदलाच जावे लागणार व त्याप्रमाणें जावे, झोपेमध्यें वस्तु दिसली नसेल, तर जागेपणीं पहावी. विस्मरण झालें असल्यास वस्तु पुन्हां पहावी. प्रत्यक्षाचा उपयोग झाल्यावर अनुमान व उपमान याही साधनांचा उपयोग करून पहावा आणि या चर्म अगर ज्ञान चक्षूंच्या आवांक्याबाहेरील गोष्टीबद्दल आपण जे सिद्धांत काढूं ते केव्हां उलथून पडतील याचा बिलकुल भरंवसा नाहीं ही गोष्ट मात्र अगदीं विसरतां कामा नये. कारण ही गोष्ट विसरणें म्हणजे आपल्या नेत्रेंद्रियाचें वैगुण्य विसरणेंच होय. उदाहरणार्थ, आमची स्मरणशक्ति किती कोती आहे पहा. आपण प्रत्येकजण आपल्या जन्मानंतरच्या पहिल्या वर्षांत जिवंत होतों ही आपली खात्री आहे आणि त्या कालांत आपण आहार-निद्रादि अनेककर्में केलीं याबद्दलही संशय नाहीं. परंतु त्यांतील एकाची तरी आठवण कोणा एकास तरी असूं शकेल काय ? नकारार्थीच उत्तर येणार हें उघड आहे. तर मग तुला आठवेल तेवढेंच खरें; ही कोलीत जर एखाद्या खुळ्याच्या हातांत दिली तर त्यानें वेडे वेडे चार केल्यास त्यांत नवल काय ?

आमचीं एकंदर इंद्रियेंच अशीं दुबळीं आहेत कीं खात्रीपूर्वक घडून आलेल्या परिणामांच्या पूर्वपीठिकेची मीमांसा त्यांस होत नाहीं, मग भविष्यत्कालीं होऊं घातलेल्या कार्याचें कारण जाणणें बाजूलाच राहिलें. रसायनशास्त्रवेत्ते पाणी, लोह, चुना, फास्फरस इत्यादि अनेक पदार्थ मनुष्य शरीराचें घटक म्हणून दाखवितात आणि जीवनशास्त्रविशारद कमी अधिक प्रमाणानें रूपांतर पावलेल्या पेशी, अस्थि, स्नायु, रुधिर, त्वचा वगैरे शरीराच्या भागांतून काढून दाखवितात; परंतु हे घटक भाग एकत्र करून हा शरीर रूपी गाडा कोणी कसा चालू केला हें त्यांच्यानें सांगवत नाहीं आणि पेशींच्या एकीकरणानें बनलेल्या शरीराचें सौंदर्य अगर कुरूपता याचा मागमूस सांगतां येत नाहीं. आनुवंशिक संस्कार घडलेले दिसतात व त्यांचीं दृश्यफलें अनुभवण्यास मिळतात. परंतु सूक्ष्मपेशी-वरील संस्कारदर्शक सूक्ष्मतर लिपी वाचता येत नाहीं. सारांश अशा प्रसंगीं कारणाचा उमज पडला नाहीं म्हणून कार्याच्या खरेपणाबद्दल मन साशंक राहूं शकत नाहीं, याकरितां ‘ सब झूट ’ पंथ पत्करण्यापेक्षां श्रद्धालुपणा पत्करणें विशेष सयुक्तिक अगर सुसंगत होईलसें वाटतें. कारण पहिल्यामध्यें वाजवीहून फाजील घमेंड येते आणि दुसऱ्यामध्यें खराखुरा विनय येतो.

ग्रंथकारानें हा ग्रंथ अशाच भावनेनें लिहिला आहे व वाचकांनींही पण त्याच भावनेनें वाचला पाहिजे. या विषयाचा इंग्रजीतून परिचय करून घेतले-ल्यांना हा ग्रंथ कांहींसा भाषांतररूप वाटेल; त्यास उपाय नाहीं. निव्वळ देशी उदाहरणें देणें, क्लिष्ट आणि पारिभाषिक शब्द होतां होईतों न वापरणें इत्यादि उपायांनीं ग्रंथाचा रूक्षपणा कमी करून त्याला अधिक मनोहर करतां येतें; परंतु सबंध विषय हातीं घेतल्यानंतर वरील पद्धतीनें सांगोपांग विवेचन होण्यास अडचण येते. अशा कामीं चित्रांची योजना अत्यंत आवश्यक व उपयुक्त असते, परंतु हुबेहुब चित्रें आजतारखेस येथें क्वचितच तयार होतात आणि जीं होतात तीं मिळविणें हें अनेक तऱ्हेनें ग्रंथकर्त्याच्या शक्तीबाहेरचे आहे. झाडाचें हुबेहुब चित्रच दाखविलें म्हणजे नांवाचें फारसे महत्त्व उरत नाहीं. वनस्पति-बाग तयार करून त्यांत साक्षात् जिवंत झाडें दाखविणें किंवा झाडाचे भाग वाळवून जपून ठेवणें आणि त्यांचा उपयोग करणें, हे विषय अगदीं अलग आहेत. ग्रंथलेखनाशी त्यांचा कांहीं संबंध नाहीं. ग्रंथामध्यें

चित्रें (वुडकट किंवा केवळ नांवें, एवढींच येऊं शकतात. या पुस्तकांत ग्रंथकर्त्यानें बऱ्याच झाडांचीं इंग्रजी नांवें दिलीं आहेत, हीं वांचतांना कांहीं वाचक थोडेबहुत बिचकतील हे खरें; परंतु त्यास उपाय नाहीं. बोलून चालून विशेषनामें तीं, त्यांना मराठींत काय म्हणतात म्हणून विचारल्यास काय सांगावयाचें ? कांहीं मराठीत नांवाला इंग्रजीनांवें बनविली आहेत हें खरें; तशींच मराठींत बनवितां येतील व बनलेलीही असतील. परंतु त्यांचा अर्थ करण्यांत बिलकूल अर्थ नाहीं. पिंपळ, (पिप्पल) कदंब, जांभळ (जॅंबोलन) रोहित्तक चंपक इत्यादि नांवें तशींच्या तशीं इंग्रजींत घेतलीं आहेत. उलटपक्षीं थॉर्नॲपल एलेफंट ॲपल, लव्ह ॲपल, अशीं नावें बनविलीं आहेत. कोबी (Cabbage) नवल कोल (Knol kohl) फुलकोबी (Cauliflower) हापूस (Alphonso) पायरी (Pareira) फर्नांदीन (Fenandes) इष्टापुरी (Strawberry) लखोटा (Loquat) अशीं थोडीशीं अपभ्रंश पावलेलीं नावें मराठींत शिरलीं आहेत. मिस्तर ' यंग हजबंड ' म्हणजे राजश्री ' तरणा नवरा ' नव्हे तसेंच ' बुलक्सहार्ट ' (रामफळ) म्हणजे ' बैलाचें काळीज ' नव्हे, याप्रमाणेच कॉसमॉस, गायलरडिया, ॲंटिगोनम पेट्रिया, व्हायओलेट, व्हरबीना असलीं नावें तशीच्या तशीं घेण्यास काय हरकत आहे ? येथें उत्पन्न न होणाऱ्या झाडांस साहाजिकपणेंच नांव नसणार. त्यांचें चित्र दाखवून जेथें तें उगवतें तेथील लोक त्याला अमूक नांवानें ओळखतात असें सांगितल्यास तें नांव ग्राह्य कां होऊं नये याचें कारण देतां येत नाहीं. एकंदर अस्तित्वांत असलेलीं गांवठीं नांवें तरी पूर्ण परिचयाचीं असतीं, तर ह्या बिचकण्याचें थोडें तरी मंडन करतां आलें असतें परंतु वस्तुस्थिति तशी नाहीं. बांदरराटी, उंदीरकानी, दिपमाळ, कपाळफोडी, मशीपत्री, अशी किती तरी नांवें आहेत कीं जीं साधारणपणें परिचयाचीं नाहींत. केवळ परिचयाच्या पांचपन्नास झाडांच्या जोरावर वनस्पतिशास्त्राचें अध्ययन तरी कसें व्हावें ! रुसो जपानी युद्धाचें मर्म समजून घेण्यास ओकूं, नोझडू, नागी, टांगो, अशीं चमत्कारिक वाटणारीं नांवें अडथळा करूं शकत नाहींत. ' टंगची व्हंगटी ' ला फूचंग, अशा नांवानें मनुष्य भेदरत नाहीं आणि चीनच्या इतिहासाचे वाचन टाकीत नाहीं तसेंच ' सत्कुर्मस्त्वामिह स्यांढर्स्ट नृपवरा ' यांतील अपरिचित महाप्राणा-

मुळें त्या पद्यांतील स्वागतपरत्व कमी होत नाहीं. सारांश अपरिचित अशा इंग्रजीनांवांनीं बिचकणें अगर त्या नांवाचा उपयोग करणें गौण मानणें हें अत्यंत गैर आहे.

सर्जन लेफटेनंट के. आर. कीर्तीकर यांणीं आपल्या Poisonous plants of India या ग्रंथामध्यें चित्रांची उणीव कशी भरपूर रीतीनें भरून काढलेली आहे हें पुष्कळांस माहित आहेच लोकाश्रय, राजाश्रय अगर इतर कोणताहि आश्रय मिळून प्रो॰ दामले यांना या ग्रंथाची द्वितीयावृत्ति लवकरच काढण्याचा प्रसंग येईल आणि त्यावेळीं ते सुंदर चित्रांची वाण चांगली भरून काढतील अशीं आम्ही मनःपूर्वक आशा करितो.

वि. बा. भाटे.

अनुक्रमणिका.

वनस्पतिविचार.

प्रकरण १ लें.

सजीव व निर्जीव वस्तूंची मीमांसा.

पृथ्वी कांहीं विशिष्ट वस्तूंची बनली आहे व प्रत्येक वस्तु तीन स्वरूपांमध्यें असूं शकते. हीं स्वरूपें वायु, द्रव व घन होत. हीं स्वरूपें प्रत्येक वस्तूस कमी-अधिक उष्णतेच्या मानानें प्राप्त होतात. नेहमींचें उदाहरण–पाणी हें घ्या. ह्यास हीं तिन्ही रूपें कमी आधिक उष्णतेप्रमाणें देतां येतात. पाण्याचें बर्फ, त्याची वाफ, अगर वाफेचें पाणी, अथवा पुनः बर्फ, इत्यादि रूपें पाणी ह्या वस्तूस फारच थोड्या प्रयासानें देतां येतात. आतां पृथ्वीवरील सर्व वस्तूंचा विचार केला असतां आपणांस असें आढळून येईल कीं, कांहीं वस्तु वायुरूपांत, कांहीं द्रवरूपांत व कांहीं घनस्थितींत असतात. उदाहरणार्थ, वातावरण, समुद्र, डोंगर, वगैरे.

पुष्कळ शास्त्रज्ञांचें असें म्हणणें आहे कीं, हें सर्व विश्व प्रथम अत्युष्ण वायुरूपीं होतें व ह्या वायुरूपीं विश्वास चक्रगति प्राप्त झाली होती. चक्रगतीबरोबरच केंद्रोत्सारिणी (Centrifugal) शक्ति उत्पन्न होत असते. शेतकरी गोफणींत दगड घालून दोन तीन वेळां गोफण फिरविल्यावर आंतील दगड फार जोरानें फेंकू शकतो. प्रथम शेतकरी गोफणीस चक्रगति देतो. जसजसा चक्रगतीचा जोर आधिक होतो, त्या प्रमाणांत केंद्रोत्सारिणी शक्ति अधिक वाढते. ह्या नियमान्वयें गोफणींतील दगड वेगानें दूर जातो. तद्वतूच ह्या अत्युष्ण चक्रगति प्राप्त झालेल्या वायुरूपीं गोलापासून शेंकडों लहान लहान वायुरूपीं गोल दूरवर फेंकिले गेले. अशा दूरवर फेंकिलेल्या गोलांपैकीं पृथ्वी हा एक गोल आहे.

सृष्टिनियम असा आहे कीं, प्रत्येक वस्तूंतून उष्णता आकाशांत सर्व दिशेला जाते. यामुळेंच सूर्यमंडळापासून सर्व दिशेला उष्णता जात आहे. ह्या नैसर्गिक नियमान्वयें त्या दूर फेंकिलेल्या वायुरूपीं पृथ्वी-गोलापासून उष्णता आकाशांत Space नाहींशीं होत गेली. अशी उष्णता जात चालल्यावर त्या गोलावरील ज्या वस्तूंना वायुरूपांत राहण्यास उष्णता कमी झाली, त्या वस्तु द्रवरूपांत जाऊं लागल्या. अशा द्रवरूप पावलेल्या वस्तु गोलाच्या मध्यभागांकडे जमत जाऊन, त्यावर द्रवरूपीं नवीन आवरणें येत चाललीं. ह्यांपैकीं कांहीं आवरणांना कालांतरानें घनस्थिति येत गेली. पृथ्वीचा पृष्ठभाग ह्याच आवरणांपैकीं घनत्व पावलेला जड भाग होय. पृथ्वीच्या पोटांत वरील जाड कवचाखालीं अजूनही अत्युष्ण द्रवरूपीं वस्तु आहेत. हे ज्वालामुखी पर्वत, त्यांतून वाहणारा पाषाणरस, भूकंप, इत्यादि प्रत्यक्ष घडणाऱ्या गोष्टींवरून स्पष्ट व्यक्त होत आहे. सारांश, पृथ्वी ही पूर्वी वायुरूपांत असून नंतर जशी जशी उष्णता कमी झाली, तशी तशी ती द्रवरूपांत जाऊन मागाहून घनरूपांत येत गेली. हल्लींच्या उष्णतेच्या मानानें जे पदार्थ वायुरूपांत राहणें शक्य आहेत, ते त्या स्थितींत आहेत. त्या पदार्थांचेंच पृथ्वीसभोंवतालचें वातावरण झालें आहे. जे पदार्थ द्रवरूपांत राहणें शक्य आहे, ते आपण द्रवस्थितींत पाहतों; जसें पाणी वगैरे, तसेंच राहिलेल्या पदार्थांचे डोंगर, जमीन, वगैरे पृथ्वीचे घनरूप भाग होत.

एकंदरींत आपली पृथ्वी विशिष्ट रूपांत असलेल्या निरनिराळ्या वस्तूंची बनली आहे. वरील सर्व वस्तूंचें बारकाईनें निरीक्षण केलें असतां त्या दोन प्रकारच्या आहेत असें आपणांस आढळून येईल. १ निर्जीव वस्तू व २ सजीव वस्तु. दोहोंमध्यें पुष्कळ फरक आहे. निर्जीव वस्तूचे पुष्कळ कण एके जागीं जमून ती वस्तु वाढत असते. वाळू ही निर्जीव वस्तु आहे. वाळूचे कण एके ठिकाणीं मिळून त्यांचा दगडासारखा थर बनतो. नवीन कण सारखे जमत गेले असतां थरांवर थर होत जातील. असे थर जमून एक मोठा पाषाणसमुच्चय तयार होईल, भूकंप, तसेंच पृथ्वीच्या कवचांतील अंतर घडामोडीनें हा समुच्चय वर उचलिला जाऊन टेंकडी अथवा डोंगरही तयार होतील. असे डोंगर जवळ जवळ तयार झाले, तर पर्वतांची रांग अगर ओळ बनेल. त्याचप्रमाणें उलटपक्षीं भूकंप, भूगर्भांतील अंतर घडामोडी, सूर्यकिरणें, पर्जन्य, हवा, थंडी, इत्यादि

कारणांमुळें ह्या पर्वतांची कालांतरानें पूर्ववत् वाळू बनेल, म्हणजे पूर्वीच्या वाळूंत कोणत्याही प्रकारचा रासायनिक फरक न होतां फक्त कणांच्या कमी-अधिक संख्येप्रमाणें बाह्यदृश्य आकारांत फरक होत असतो.

आतां सजीव पदार्थांचा विचार केला असतां असें आढळेल कीं, त्याही पदार्थांस वाढ असते. बीं जमिनींत पेरून त्यास माफक ओलावा देण्याची व्यवस्था केली असतां त्यापासून अंकुर फुटूं लागतात. प्रथम लहान रोपा तयार होऊन पुढें त्यावर पानें, फांद्या, कळ्या, फुलें, फळें, वगैरे क्रमाक्रमानें येत जातात. कदाचित् तो रोपा अति मोठा होऊन त्याचा वृक्ष तयार होईल, अथवा लहानच झुडुपासारखा राहील. कांहीं काल तो वृक्ष अगर रोपा वाढत जाऊन त्यावर पानें, फुलें, वगैरे येत जातील. नंतर तो वृक्ष जुना होऊन, सृष्टिनियमानुसार त्याच्या फांद्या सुकूं लागतात. हळू हळू तो वृक्ष जसा आला तसा समूळ नाहींसा होऊन जातो. खरोखर वृक्षांची वाढ म्हणजे विशिष्ट वस्तूंची वाढ असते. पण त्या वस्तूंच्या मूळस्थितींत व मागाहून वृक्षाच्या स्थितींत महदंतर असतें. शेंकडों निरनिराळीं रासायनिक कार्यें त्यावर घडून त्याचें स्वरूप अगदीं बदलून गेलें असतें. जमिनीच्या मातीपासून अथवा वातावरणांतील वायूपासून वृक्षाची रचना होत असते खरी; पण मातीचें रूप अगर वातावरणांतील वायुतत्त्वें वृक्षांत जशींच्या तशीं सांपडणार नाहींत. माती अथवा वायु तत्त्वें निर्जीव असून वृक्षाच्या शरीरांत त्यांचें सात्मीकरण (assimilation) होऊन त्यापासून जीवनकार्यें घडूं लागतात. सजीव वस्तूंस निर्जीव पदार्थांना आपलेप्रमाणें करण्याची शक्ति आहे. अशी शक्ति निर्जीव पदार्थांमध्यें नसते. निर्जीव वस्तूंची वाढ म्हणजे पुष्कळ निर्जीव कणाचें एकीकरण होय. त्याचें विघटीकरण केलें असतां त्यांत रासायनिक फरक झालेले दिसत नाहींत. ज्या स्थितींत त्यांचें एकीकरण होतें, त्याच स्थितींत त्यांचें विघटीकरण होतें. सजीव वस्तु निर्जीव वस्तूंचें एकीकरण करून त्यांस सजीवत्व आणितात. ह्या कार्यांत आवश्यक रासायनिक फरक, तसेंच इतर मिश्रीकरणें होत असतात.

हें सजीव तत्त्व दोन तऱ्हेनें दृश्य झालेलें आहे. दोन्हींचा प्रथम ओघ सारखाच असून पुढें ते दोन्ही ओघ अगदीं उलट दिशेनें गेल्यामुळें त्यांत अत्यंत

फरक दिसूं लागले. दोन्हींचे आद्य व अंतिम हे सारखेच. जनन, पोषण व मरण हीं दोन्हींला सारखींच. पहिलें सजीव तत्त्व म्हणजे वनस्पति व दुसरें सजीव तत्त्व, प्राणी हें होय.

रोपा, बीजापासून उत्पन्न झाल्यावर जमीनींतून, तसेंच हवेंतून, पाणी व अन्नद्रव्यें त्यास मिळवावीं लागतात. फुलें, फळें, व बीं उत्पन्न होऊन शेवटीं तो रोपा मरून जातो. तद्वतच प्राणी जननीपासून उत्पन्न होऊन कांहीं दिवस तिजवर पोषणासाठीं अवलंबून राहतो. कांहीं काल लोटल्यावर त्यास स्वतंत्रपणें पोषणाची सोय करितां येते. शेवटीं तो जगांत होता ह्याची ओळख ठेवून नाहींसा होतो. म्हणजे जनन-मरणादि साधारण नियम दोन्ही, वनस्पति व प्राणी ह्यांस सारखेच लागू आहेत.

आंब्यापासून आंबे, पेरूपासून पेरू, हरभऱ्यापासून हरभरे, शिरसापासून शिरस, तसेंच गव्हांपासून गहूं उत्पन्न होतात. त्याचप्रमाणें प्राणिवर्गामध्यें गाईपासून गाई, घोड्यापासून घाडे, मांजरापासून मांजरें, मनुष्यापासून मनुष्यें उत्पन्न होतात. म्हणजे ज्याप्रकारचें पूर्व सजीवतत्त्व असेल, त्याप्रकारचें बीज त्यांपासून उत्पन्न होतें. सजीव वस्तूंपासून सजीव वस्तु उत्पन्न होते व ती मुख्य तत्त्वांत आपल्या पूर्व तत्त्वाप्रमाणें असते, ह्यांत संशय नाहीं. बाह्य गोष्टीं-मुळें कदाचित् क्षुल्लक बाबींत थोडा फरक दिसेल, पण हा फरक विशेष नसतो-परिस्थितीप्रमाणें आकारसादृशांत फरक पडत जाईल. कदाचित् हा आकार-सादृश्याचा फरक आनुवंशिक होत जाऊन त्यापासून जाति, उपजाति, पोटप्रकार बनतील, पण ही स्थिति येण्यास युगानुयुगें लागतात. डार्विन् साहेब उत्क्रांति मधल्या सूक्ष्म फरकामुळेंच विचित्रकोटी प्राणी अथवा वनस्पति झाल्या असें लिहितो. मानव कोटीची पहिली स्थिति माकडासारखी असावी असें तो अनुमान काढितो. मानव जातीचे पूर्वज माकडें आहेत हें जरी गृहीत धरून चाललें, तथापि तो काल कल्पनातीत आहे. शिवाय माकडापासून फरक कसे होत गेले हें दर्शविणाऱ्या मधल्या पोटजाति जितक्या असावयास पाहिजेत तितक्या नाहींत. खरोखर माकडाची जात कमी असून मध्यें पोटजातींचा भरणा अधिक असला पाहिजे; पण त्याचे उलट दिसत आहे. मधल्या साखळीचा उलगडा चांगला होत नाहीं, म्हणूनच बीज तसे अंकुर हें सिद्धतत्त्व आहे, असें समज-ण्यास सार्वत्रिक हरकत नाहीं.

एकाच जमिनींत निरनिराळ्या बीजापासून वेगवेगळे अंकुर फुटतात. जमिनींतील घटकद्रव्यें सारखीं असलीं, किंवा बाह्यपरिस्थिति सारखी केली, अथवा सर्वांची निगा सारखी घेतली, तरी सुद्धां बीजांतील सजीवतत्त्वें आपल्या पूर्व जातींवर जातात, हें लक्ष्यांत ठेवण्यासारखें आहे. निर्जीव वस्तूपासून सजीववस्तु कधीं उत्पन्न होत नाहीं. दगडापासून अथवा मातीपासून वनस्पति अगर प्राणी कधीं उत्पन्न झाले नाहींत. मात्र सजीव वस्तु, निर्जीववस्तू आपल्या शरिरांत घेऊन त्यावर निरनिराळीं रासायनिक कार्यें करून त्यांस आपले प्रमाणें एकजीवित्व आणूं शकते. वनस्पति जमिनींतील निर्जीव क्षार शोषून त्यापासून स्वशरीर वर्धन करीत असते.

प्रथम सजीववस्तु कशी उत्पन्न झाली ह्याविषयीं मतभेद आढळतो. कांहिंच्या-मतें एकंदर काल असा आला कीं, ज्यामध्यें माफक उष्णता, माफक शीत व माफक इतर द्रव्यें मिळून त्यांपासून सजीववस्तु निर्माण झाली, म्हणजे त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणें निर्जीववस्तूपासून सजीववस्तु उत्पन्न झाली. ते म्हणतातः–त्या कालांत उत्पन्न झालेल्या सजीववस्तूंपासून पुढें क्रमाक्रमानें नवीन सजीववस्तु तयार होऊन परिस्थित्यनुरूप विचित्र सजीव सृष्टि बनत गेली. विशेषंकरून नास्तिकवादी ह्या मताचा अनुवाद करितात. जरी पहिली सजीववस्तु निर्जीव-वस्तुपासून बनली, तथापि हा व्यवहार पुढें तसाच सारखा राहिला आहे असें मात्र म्हणतां येणार नाहीं. ‘सजीववस्तु’ सजीववस्तुस निर्माण करितें हें तत्त्व अबाधित आहे.

आतां वरील वनस्पति व प्राणी ह्यांपैकीं वनस्पतिवर्ग प्रथम अस्तित्वांत आला असला पाहिजे. प्राणिवर्ग नेहमीं वनस्पतिवर्गावर अवलंबून असतो. वनस्पतिवर्गानें अन्न उत्पन्न करावें, व त्यांवर प्राणिवर्गानें खुशाल उपजीविका करावी. वनस्पतिवर्ग जमिनींतील नीर्जीव क्षारांपासून अन्नद्रव्यें तसेंच वातावरणांतील आवश्यक वायूरूपीं द्रव्यें शोषण करून आपले शरीरांत त्यापासून खरें अन्न तयार करितो. पण ही स्थिति प्राणिवर्गाची नसते. प्राणिवर्गास जमिनींतील निर्जीव क्षारापासून अन्न तयार करितां येत नाहीं. अन्नाकरितां त्यास नेहमीं वनस्पतिवर्गाकडे पहावें लागतें. परमेश्वरानें प्राणि-वर्गाचीं निर्वाहाचीं साधनें तयार करून नंतर प्राणिवर्गास जन्मास घातलें.

'प्रथम तरतूद व नंतर उत्पत्ति' असा सृष्टिनियम ठरलेला आहे. तद्नुरूप वनस्पति व प्राणि या दोहोंची परंपरा दिसते.

तसेंच भूगर्भ शास्त्रवेत्ते म्हणतात कीं, हल्लीं वातावरणांत जें कार्बन आम्लवायूचें सूक्ष्म प्रमाण आढळतें, तें प्रमाण पूर्वीं एका काळीं फार अधिक होतें. त्या काळीं वनस्पति फार जोमानें वाढून त्यांचा विस्तार हल्लींपेक्षां फार मोठा असे. पूर्वीं जोमानें वाढलेल्या वनस्पति कालगतीनें जमिनींत पुरल्या जाऊन त्यांवर वजनदार खनिज पदार्थांचें दडपण पडल्यामुळें त्यांचे खाणींत सांपडणारे दगडी कोळसे तयार झाले. दगडी कोळसे केव्हां तयार झाले, हें जरी ठाम सांगतां येत नाहीं, तथापि त्यांच्या उत्पत्तीचा काल फारच प्राचीन असावा ह्यांत संशय नाहीं. ज्या काळीं कार्बन आम्लवायूचें प्रमाण वातावरणांत अधिक होतें, तो काल प्राणिवर्गाच्या जीवनसूत्रास प्रतिकूल असला पाहिजे. कारण प्राणिवर्गाचीं जीवनसूत्रें कार्बन वायूमध्यें चांगलीं चालत नाहींत; पण उलटपक्षीं तो वायु वनस्पतीस फार हितावह असल्यामुळें त्यांची वाढ त्या काळीं अधिक जोमाची होती.

यावरून एवढें खास म्हणतां येईल कीं, वनस्पतींच्या अनुकूल कालांत प्राणिवर्गाची प्रगति फार कमी असून त्यांचें अस्तित्वही फार थोड्या प्रमाणांत असावें असें ठरतें. तसेंच जर प्राणिवर्गाचें अस्तित्व त्यावेळीं फार थोडें होतें, तर असें कां म्हणू नये, कीं प्रथम वनस्पतिवर्ग अस्तित्वांत येऊन तिच्या अनुकूल कालांत त्या वर्गाची वाढ अतिविस्तृत झाली, व त्याबरोबरच नुकती कोठें प्राणिवर्गाच्या अस्तित्वास सुरुवात झाली होती. सारांश, वनस्पतिवर्ग प्रथम अस्तित्वांत येऊन मागाहून प्राणिवर्ग उत्पन्न झाला असें म्हणतां येईल.

उत्क्रांतिनियमानुसार प्रथम साधी व सरळ सृष्टि उत्पन्न होऊन नंतर त्यांत कमी-अधिक फरक होत गेले. फरक होत असतांना क्रमाक्रमानें आश्चर्यकारक संकीर्णता सृष्टिरचनेंत येत गेली. या सिद्धतत्त्वाप्रमाणें वनस्पतिकोटी प्राणिकोटीपेक्षां प्रथम निर्माण झाली असली पाहिजे. कारण प्राणिवर्गापेक्षां वनस्पतिकोटी साधी व सुलभ रचनेची आहे. प्राणिकोटीमध्यें अधिक दुर्गम व संकीर्णरचना दृष्टीस पडते, म्हणून प्राणिवर्गाची उत्पत्ति नंतर झाली असावी.

कनिष्ट प्राणिवर्गामध्यें तसेंच कनिष्ट वनस्पतिवर्गात बाह्यदृष्ट्या कोणतांही फरक नाहीं. त्या दोहोंत चलनवलनशक्ति थोडी अधिक असते. डायटम् (Diatom), डेस्मिड (Desmid) वगैरे एक-पेशीमय वनस्पति पाण्यांत इकडे तिकडे धांवत असतात. ॲमिबा नांवाचे शुद्ध एकपेशीमय प्राण्यास वरील प्रकारची गति असते. जनन, बाल्यदशा, तारुण्य, जन्म व मरण हीं दोहोंस साधारण आहेत. दोहोंचें शरीर पेशीमय असतें. कदाचित् तें एकपेशीमय अथवा बहुपेशीमय असूं शकेल. जसजसें त्यांच्या उच्चवर्गाकडे लक्ष्य द्यावें, तसतसें त्यामध्यें अधिकाधिक फरक दिसूं लागतात. उच्च वनस्पतिवर्गास चलनशक्ति नसून त्यास एका जागेपासून दुसरे जागीं जाणें शक्य नसतें. पण उच्च प्राणिवर्गांत ती चलनशक्ति पूर्णावस्थेस पोहोंचली असते. अन्नग्रहण करण्याची रीत दोहोंची वेगवेगळी असते. वनस्पतींस अन्नद्रव्यें कधींही घनस्थितींत शोषतां येत नाहींत. जमिनींतील क्षार पाण्यांत पूर्णपणें विरघळल्यानंतरच त्यांस शोधितां येतात; पण उच्च प्राणि बहुतेक अन्न घनस्थितींतच खातात. जमिनींतून क्षार व पाणी तसेंच हवेंतून वायु, वनस्पति मूळान्वयें व पर्णद्वारें शोषून घेतात, पण त्यांचें वास्तविक हें खरें अन्न नसून तीं केवळ अन्नद्रव्यें होत. त्यांपासून शरिरांत निराळें सात्विक अन्न तयार करावें लागतें. पण प्राणी जें म्हणून खातो तें त्याचें भक्ष्यच असतें, त्यास निराळें त्या अन्नापासून सात्विक अन्न शरीरांत तयार करावयाचें नसतें. प्राणिकोटी अधिक संकीर्ण रचनेची असल्यामुळें त्यांत फुफ्फुसें, रुधिराभिसरण व्यवस्था, काळीज, अन्नरसनळी वगैरे पूर्ण सोय असते. अशी व्यवस्था वनस्पतिवर्गांत नसते. मग ती वनस्पति उच्च वर्गीय किंवा क्षुद्रवर्गीय असो. ज्ञानतंतुरचना उच्च प्राणिवर्गांत पूर्णत्वास गेल्यामुळें, त्यांस कोणत्याही प्रकारचें ज्ञान चटकन होतें. मनुष्यप्राण्यास जें श्रेष्ठत्व आहे तें त्याच्या श्रेष्ठ ज्ञानतंतुरचनेमुळेंच होय. श्रेष्ठ पदवी केवळ आकार, वजन अथवा विस्तार ह्यांवर नसून अंतरसंकीर्ण ज्ञानतंतूवर आहे. आतां उच्च वनस्पतिवर्गांतसुद्धां ही ज्ञानतंतूरचना फार सूक्ष्म प्रमाणांत असावी, असें वाटतें. ह्या बाबतींत वनस्पतिवर्ग प्राणिवर्गापेक्षां फारच मागें आहे, असें म्हटलें पाहिजे.

आतां कोणत्याही विषयासंबंधीं भरपूर सुसंबद्ध माहिती म्हणजे त्या विषयाचें शास्त्र झालें असें समजण्यास हरकत नाहीं. शास्त्रांत सर्व बाजूंनीं व सर्व दृष्टींनीं

विचार करून एकत्र केलेली माहिती असते. पुष्कळ लोकांचे अनुभव, त्यांचे शोध, त्यांचे विचार एकत्र करून निरनिराळ्या दिशेनें त्या विषयावर नवीन प्रयत्न करणें म्हणजे त्या विषयाच्या शास्त्राचा अभ्यास करणें हें होय. भौतिक शास्त्रें केव्हांही परिपूर्ण झालीं नाहींत अशीं शास्त्रें पूर्णावस्थेस पोंहोंचलीं असें म्हणणें म्हणजे, आपलें अज्ञान प्रगट करणें होय. रोज रोज नवीन चमत्कार आढळतात. त्या चमत्कारांची योग्य मिमांसा करणें मोठें कठीण असतें. चमत्कारांचें कोडें उलगडणें म्हणजे तत्संबंधीं पूर्ण ज्ञान होणें होय. उपलब्ध ज्ञान संपादन करून नवीन ज्ञानाची भर पूर्वीच्या ज्ञानांत घालणें फार प्रयासाचें आहे; व ह्याहून अधिक प्रयासाचें काम कोडें उलगडण्याचें आहे. विशेषेंकरून जीवनशास्त्रासंबंधीं अधिक अज्ञान कबूल करावें लागतें. कारण त्या शास्त्राचे नियम केवळ एक दृष्टीनें पाहतां उपयोगी नाहींत. त्या नियमांवर अम्मल करणारी निराळी चैतन्य शक्ती असते. साध्य व्यावहारिक गोष्टी कोणत्या आहेत व जीवनशक्तीच्या अंमलाखाली कोणत्या येणाऱ्या आहेत, हें समजावयास फार मुष्कील पडते.

इतकी इतर शास्त्रीय मीमांसा झाल्यावर आपण आपल्या मुख्य विषयांकडे वळणें उत्तम आहे. आपणांस वनस्पतिशास्त्राविषयीं विचार करावयाचा आहे, तर कोणत्या गोष्टींचें विवेचन त्या शास्त्रांत येणें जरूरीचें आहे, इकडे लक्ष्य देणें भाग आहे. 'वनस्पति' म्हणजे काय, ही कल्पना पूर्ण झाल्यावर त्यांची बाह्यरचना व अंतररचना याचा विचार करावयाचा आहे. बाह्यांग व अंतरंग माहिती झाल्यावर प्रत्येक अंग व अवयव कोणत्या कामास उपयोगी पडते, त्यापासून वनस्पतीस काय फायदा होतो, तीं अंगें प्राणिमात्रांच्या अवयवांसारखी आहेत काय, त्यापासून तींच कार्यें घडतात काय, वगैरे गोष्टींचा माहिती देण्याचा विचार आहे. वनस्पतीच्या निरनिराळ्या जाति, क्षुद्र वर्ग व उच्च वर्ग ह्यांतील फरक; पुष्पयुक्त अथवा पुष्परहित तरूवर्ग ह्यांचे वर्गीकरण, तसेंच परस्पर अवयवांचा संबंध व त्यापासून उत्पन्न होणारीं उपयोगी द्रव्यें, यांचें वर्णन योग्यवेळीं देण्यांत येईल. बालसंगोपन, वंशवर्धन व शरीररक्षण हीं तीन्ही कार्यें कशीं घडतात, व तत्संबंधीं चमत्कार वगैरे गोष्टी, क्रमाक्रमानें वर्णन करण्याचा विचार केला आहे.

प्रकरण २ रें.

कल्पना.

सर्वसाधारण वनस्पतिसंबंधीं कल्पना अशी आहे कीं, बीं जमिनींत पेरून रुजलें म्हणंजे त्याचा लहान रोपा तयार होतों. मुळ्या जमिनींत जातात. बुंधा जमिनीबाहेर वाढतो; व बुंध्यावर पानें, डाहळ्या, फुलें व फळें क्रमाक्रमानें येत जातात. फळामध्यें बीं तयार होतें, म्हणजे बीं पेरल्यापासून बी तयार होण्यास वनस्पतीची निरनिराळीं वरील स्थित्यंतरें होत जातात. शिवाय मुळ्या, खोड, पानें, डाहळ्या, फुलें व फळें सर्व मिळून एक पूर्ण वनस्पति बनली असें समजण्यांत येतें. जसें आंबा वगैरे.

मोहरीः—मोहऱ्या जमिनींत पेरिल्या असतां प्रथम दोन लहान पानें दिसूं लागतात. हळूहळू त्यांचें खोड वर येतें व पानें मोठीं होतात. पुढें तो रोपा वाढून त्यावर नवीन पानें व डहाळ्या येतात व शेवटीं पिवळीं फुलें येऊन त्यांपासून शेंगा तयार होतात. शेंगा सोलून पाहिल्या असतां आंत पूर्वीप्रमाणें मोहऱ्या आढळतात. इतक्या गोष्टी होण्यास तीन महिने लागतात. म्हणजे एवढ्या अवधींत मोहरीचें जनन, वाढ व मरण हीं पुरीं होतात. मोहरी ही वनस्पति उच्च वर्गापैकीं असून तिजवर सर्व अवयवें आढळतात.

आकाशवेलः—आकाशवेल अथवा अमरवेल नांवाची वनस्पती पुष्कळांनीं झाडांवर लोंबत असलेली पाहिली असेल. तिचे लोंबते पिंवळे तंतू झाडांवर पसरले असतात; व कांहीं जागीं झाडांच्या डहाळ्या सभोंवतीं तिचे धागे गुंडाळले असतात. ह्या वनस्पतीचा जमीनींशी संबंध नसतो. पानें अथवा इतर अवयवें पूर्णावस्थेस पोहोंचलेलीं नसतात. बहुतकरून पानें येतच नाहींत. आलींच असलीं तर तीं फार लहान असून, तुरळक असतात. ऋतूमध्यें त्यांस फुलें येऊन त्याचीं फळें तयार होतात. व फळांत बीजें सुद्धां वाढतात. पण बहुतकरून ह्यांची उत्पत्ति बीजांपासून होत नाहीं. कारण त्याची नुसती एक फांदी जरी दुसरे झाडांवर पडली तरी ती जीव धरते, व त्यांतून नवीन मुळें फुटून दुसरे झाडाचे शरीरांत तीं घुसतात, व तेथून अन्न शोषण करून आपला

चरितार्थ चालवितात. डहाळ्यांसभोंवतालचा विळखा सोडवून पाहिला म्हणजे मुळें डहाळींत घुसलेलीं दृष्टीस पडतील. विळखे सहसा सोडविता येत नाहींत; कारण मुळें आंत घुसल्यामुळें त्यांचा डाहळीशीं एकजीव झाला असतो. अशा वनस्पति खरोखर परान्नपुष्ट आहेत, ह्यांत संशय नाहीं. ह्या वेलास कांहीं लोक नारूचा वेल म्हणतात. हा वेलसुद्धां वनस्पतीच्या उच्च वर्गापैकीं आहे; परंतु मोहरीप्रमाणें सर्व अवयवें ह्यामध्यें पूर्णावस्थेस आलेलीं नसतात.

(फर्नः)—बागेंतील शीतगृहामध्यें ' फर्न ' नांवाचे हिरवे रोपे कुंड्यांतून लाविलेले नेहमीं दृष्टीस पडतात. त्यांचें खोड मातींत असून, बाहेर त्यांचीं पानें लांब वाढलीं असतात. पानांचें अग्र उलट्या गुंडीप्रमाणें बनलें असतें. ह्यास फुलें कधीं येत नाहींत. पानांच्या पाठीमागील भागांवर किनाऱ्यापाशीं लहान फोडाप्रमाणें फुगवटे असतात. फुगवट्याचें आवरण उघडून पाहिलें असतां आंत पिंगट रंगाची भुकटी आढळते. ही भुकटी सूक्ष्मदर्शक यंत्राखालीं तपासली असतां ती पेशीमय आहे असें आढळून येतें. प्रत्येक पेशी योग्य परिस्थिति मिळाली असतां उगवते. कांहीं काळ ही उगवती स्थिति जमिनींत राहून नंतर त्यापासून पूर्वींप्रमाणें हिरवा रोपा बाहेर दिसूं लागतो. ह्या रोपड्यांची उत्पत्ति त्या पिंगट भुकटीपासून होते. फळांतील बीजाप्रमाणें येथें बीजें असत नाहींत. ही वनस्पति क्षुद्र जातीपैकीं आहे.

भूछत्रेंः—पावसाळा सुरू झाल्यावर उकिरड्यावर भूछत्रें (Mushroom.) उगवलेलीं नेहमीं पाहण्यांत येतात. वरील भाग छत्रीसारखा असून खालीं जाड दांडी जमिनींत गेली असते. छत्रीच्या खालील पृष्ठभागांवर लहान लहान झालरीप्रमाणें पडदे असतात. ह्या पडद्यांमध्यें धूसर रंगी भुकटी आढळते. ह्यास फुलें अथवा फळें येत नाहींत. ह्याचीं अवयवें इतरांप्रमाणें पूर्णावस्थेस पोंहोंचलेलीं नसतात. खोड, पानें वगैरे भाग असत नाहींत. वरील वनस्पतीप्रमाणें ह्यांत हिरवारंग दिसत नाहीं. हीं भूछत्रें आपली उपजीविका मृतसेंद्रिय पदार्थांवर करितात. हवेंतून पौष्टिक द्रव्यें शोषण करण्याची शक्ति ह्यांमध्यें नसते. ह्यांची उत्पत्ति पडद्यामध्यें असणाऱ्या भुकटीपासून होते. कांहीं ठिकाणीं त्यांचा भाजीसारखा उपयोग करितात. कुत्र्याच्या मुतापासून हीं उत्पन्न होतात, असा समज आहे; पण तो खरा नाहीं. भू-छत्रें क्षुद्रवनस्पति आहेत.

शैवाल तंतुः—(Spirogyra) वाहत्या अगर सांठलेल्या पाण्यांत शैवालतंतू (Spirogyra) आढळतात. त्यांचा एक तंतु घेऊन त्याचें सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें अवलोकन केलें असतां, तो तंतू सारख्या पेशी एकास एक लागून बनला आहे असें आढळेल. प्रत्येक पेशींत जीवनकण असून पेशीचें केंद्र जीवनकणांमध्यें असतें. पेशींत फिरकीच्या मळसूत्राप्रमाणें हिरवे पट्टे असतात. व मधून मधून त्या पट्ट्यांत रत्नाप्रमाणें चकाकणारे पुंजके आढळतात, पुंजक्याभोंवतीं सत्त्वाचे बारीक कण जमलेले असतात. ह्या पुंजक्यास 'पिरनॉइड्बॉडीज् ' (Pyrenoid bodies.) म्हणतात. शैवालतंतूंची वाढ पेशी विभागानें होते, म्हणजे पेशीचे भाग पडून नवीन पेशी तयार होतात, व त्यामुळें तंतु वाढत वाढत जातो. तंतूंची प्रत्येक पेशी स्वतंत्रपणें आपलें जीवन चालवूं शकते, पण जोंपर्यंत त्या पेशी परस्पर चिकटलेल्या असतात, तोंपर्यंत त्या सर्वांचा हितसंबंध एकच असतो. शैवालतंतु वनस्पतीच्या क्षुद्रवर्गापैकीं आहेत. भूछत्रांमध्यें नसणारा हिरवा रंग ह्यांत चांगला स्पष्ट असतो, त्यामुळें आपलें अन्न स्वतंत्रपणें हवेंतून त्यास मिळवितां येतें.

किण्व. (yeast:)—उंसाचा रस अथवा ताडी उघड्या हवेंत राहूं दिली असतां आपोआप त्यास कुजट घाण येऊं लागते. ही कुजट घाण आंबटावर असते. ह्या आंबट घाणीचें कारण हवेंतून किण्व (yeast) नांवाची एक• पेशीमय वनस्पति त्या रसांत पडते.किण्वाबरोबर इतर सूक्ष्म जंतु (Bacteria) ही निर्माण होतात. तूर्त आपण किण्वा (yeast) कडेच लक्ष्य देऊं. ही वनस्पति सूक्ष्म असल्यामुळें नुसत्या डोळ्यास दिसण्याजोगी नसते. ती पहावयास सूक्ष्मदर्शक यंत्राचें सहाय घेतलें पाहिजे. किण्व वनस्पति त्यारसामध्यें पडल्यावर रसांतील पौष्टिकद्रव्यें शोषून आतली वाढ करूं लागते. वाढ झपाट्यानें झाल्यामुळें रसांतील पौष्टिकद्रव्यें लवकरच संपतात व त्यांत उलटपक्षीं घाणजनक आम्लें तयार होतात. ह्या आम्लांची आंबट घाण पुढें येऊं लागते. म्हणूनच असले पदार्थ कधींही उघडे ठेवूं नये. रसांत गोडी आणणारी जी साखर, तींतील आक्सिजन ह्या वनस्पति खाऊन टाकून पाणी व इतर आम्लें बनू देतात.

सूक्ष्मदर्शकयंत्रांतून ताडीचा एक थेंब पाहिला असतां पुष्कळ वाटोळ्या पेशी दृष्टीस पडतात. प्रत्येक वाटोळी पेशी ही एक किण्व (yeast) वनस्पति होय.

पेशींतील जीवनतत्त्व (Protoplasm) रसांतून पोषक द्रव्यें शोषण करून तीं सर्व आपले पोटांत सांठविते. द्रव्यें सांठविलेल्या जागेस जडस्थानें (Vacuols) म्हणतात. जडस्थानांत शोषिलेलें पाणी व हीं द्रव्यें एकवटून राहतात. पेशीची वाढ व उत्पत्ति हीं दोन्ही सारखींच होतात. पेशीची एक बाजू जास्त फुगून तो फुगलेला भाग पूर्वीच्या पेशीसारखा मोठा होतो. जोंपर्यंत ते दोन्ही भाग एकमेकांस चिकटून राहतात, तोंपर्यंत पेशीची वाढ होत आहे असें समजतात. जेव्हां तो फुगवटा मूळ पेशीपासून वेगळा होऊन स्वतंत्रपणें व्यवहार करूं लागतो, तेव्हां त्याची स्वतंत्र उत्पत्ति होते असें मानितात. ही स्वतंत्रपेशी मूल-पेशीसारखीच किण्व (yeast) वनस्पति बनते. ह्या रीतीनें शेंकडो पेशी उत्पन्न होतात.

किण्व (Yeast) वनस्पति अॅमीबा नांवाच्या क्षुद्र प्राण्यासारखी असते. दोहोंमध्यें फारच सूक्ष्म फरक असतो. चलनशक्ति दोहोंत साधारण असते. किण्व (Yeast) वनस्पति अमोनियम टारटरेटचा उपयोग करून आपलें पोषण करूं शकते. पण कोणताही प्राणी मग तो क्षुद्र असो व उच्च असो, एक-पेशीमय असो अथवा बहुपेशीमय असो, तथापि असल्या केवळ नायट्रोजन-युक्त अन्नावर राहूं शकत नाहीं. ह्या फरकामुळें किण्ववनस्पतीचें क्षुद्र एक-पेशीमय प्राण्यापासून वर्गीकरण करितां येतें.

सारांश मोहरीस सर्व अंगें होतीं, तर अमरवेलांत अवयवांची पूर्णावस्था मुळींच नव्हती. मोहरी आपलें अन्नद्रव्य मुळांकडून शोषून घेते, तर अमरवेल उदरपोषणाकरितां परावलंबी आहे. फर्न मोहरीप्रमाणें अन्नद्रव्यें शोषून घेतें, तर त्यास फुलें येत नाहींत. भूछत्रें केवळ जमिनींत उगवतात असें नाहीं, तर पुष्कळ वेळां झाडाच्या खोडावर अथवा मुळावर तीं उगवतात. वनस्पतींच्या पानांत आढळणारा हारितरंजक (Chlorophyll) त्यांत बिलकूल नसतो. शैवालतंतु जमिनीवर न उगवतां पाण्यांत वाढतात. किण्ववनस्पती (yeast) ची तऱ्हा ह्या सर्वांहून अगदीं वेगळी असते. ती हवेंत सर्वत्र राहूं शकते व वाटेल तेव्हां वाटेल त्या ठिकाणीं आपला प्रादुर्भाव करूं शकते. फक्त तिच्या वाढीस योग्य परिस्थिती व भरपूर अन्नाचा सांठा पाहिजे. तेव्हां अशा स्थितींत वनस्पति म्हणजे एकाप्रकारची असते असें कधींही ठाम ठरवितां येणार नाहीं. परमेश्व-राच्या सृष्टींत किती चमत्कार आढळतील ह्याचा नियम नाहीं. वर दिलेल्या

उदाहरणांवरून वनस्पतींसंबंधीं किती वैचित्र्य आहे हें वाचकांच्या लक्ष्यांत येईल. त्यांचें अस्तित्व पाण्यांत, हवेंत, जमिनीवर, अंधारांत, सूर्यप्रकाशांत वगैरे सर्व ठिकाणीं असूं शकतें. त्यांचा आकार रेणूपासून वृक्षासारखा असूं शकतो, त्या स्वावलंबी अथवा परावलंबी असूं शकतात, व त्यांचे रंग वेगवेगळे असतात.

प्रकरण ३ रें.

जनन. Germination.

वाल अथवा पावटा.—पावट्याचें बीं घेऊन बाह्य निरीक्षण केलें असतां असें आढळून येईल कीं, बाहेरील बाजूस पांढुरकी त्वचा असून एका बाजूस पांढरा लहान पट्टा असतो. एक दोन दिवस पाण्यांत भिजत घातलेला पावटा फुगून त्याची बाह्य त्वचा अगदीं सुटी होते. टरफल सोलून काढिलें असतां परस्परांस चिकटलेल्या दोन डाळिंबी, आंतील अंगास आढळतात. टरफल काढावयाचे पूर्वीं जरा बोटानें दाबिलें असतां पांढऱ्या पट्ट्यापाशीं आंतून पाणी बाहेर येतें. हें पाणी एका छिद्रांतून येत असतें. डाळिंबी उकलून पाहिलें असतां मध्यभागीं एक कोंब असतो. कोंबास दोन अग्रें असतात. पैकीं एक अग्र वरील छिद्रांतून निघून खालीं जातें, व दुसरें अग्र वर वाढतें. डाळिंबीमध्यें पौष्टिक अन्न असतें. बीज उगवूं लागलें असतां डाळिंबींतील अन्न कमी होत जातें, व त्यामुळें त्यास सुरकुत्या पडतात. वर जाणाऱ्या अग्रावर पानें येत जातात, पण खालीं जाणाऱ्या अग्रावर पानें येत नाहींत. प्रथम खालील अग्र, वरील अग्रापेक्षां अधीक जोरानें वाढतें. खालील अग्रावर तसेंच त्याच्या पोटशाखांवर बारीक केंस येतात.

पावटा हा द्विदल धान्य वनस्पतिपैकीं आहे. कारण त्याच्या बीजांत दोन बीजदलें (Coty-ledons) असतात. शिवाय त्याचा वाढता कोंब डाळिंबीच्या मध्यभागीं असतो. ही स्थिति द्विदल धान्य वनस्पतीच्या बीजांमध्यें नेहमीं आढळते. खालीं जाणारा कोंब बीजछिद्रांतून (Micropyle) बाहेर पडतो, हें लक्षांत ठेविण्यासारखें आहे. बीजांतील अन्न बीज उगवूं लागलें

म्हणजे कमी होतें, हें विसरतां कामा नये. ह्यावरून बीजाच्या उगवत्या स्थितींत उपयोगी पडावें म्हणूनच अन्नाची सोय केली असते, ही सोय नैसर्गिक असते. खालीं जाणारें अन्न हें आदिमूळ (Radicle) व वर वाढणारें टोंक हें प्रथम खोड (Plumule) होय.

एरंडी:—वरील कवची चकाकीत, रंगीबेरंगी चिटांप्रमाणें असून बुडाशीं कांहीं भाग पांढरा, उंच असतो. कवची जाड व कठीण असते. पांढऱ्या उंच जागेमध्यें पावट्याप्रमाणें बीजछिद्र (Micropyle) असतें. चार पांच दिवस एरंडी भिजवून ठेविली असतां ती फुगते. कवची काढून टाकिली म्हणजे आंत पांढरें आवरण आढळतें. हें आवरण जाड व तेलकट असतें. हळूं हळूं हें तेलकट आवरण काढून टाकावें म्हणजे मध्यभागांत कागदाप्रमाणें पातळ, सफेद दोन डाळिंबी आढळतात. डाळिंबीच्या बुडाशीं मध्यभागीं वाढतां कोंब आढळतो. कोंबाचें एक अग्र बीजछिद्रांतून खालीं बाहेर पडतें, व दुसरें अग्र पांच सहा दिवस तसेंच बीजदलांनीं आवरीत राहतें. जाड तेलकट आवरणांतील तेल कमी होऊन आंतील पातळ बीजदलें मोठीं होऊं लागतात. वाढतां वाढतां तेलकट भाग नाहींसा होऊन पातळ डाळींची मोठ्या वाढून हिरव्या होतात, म्हणजे बीजदलें वाढून पहिलीं हिरवीं पानें कोंबावर दिसूं लागतात.

बीजदलें (Cotyledons) व आदिमूल (Radicle) ह्यांमध्यें एक लांब दांडा येतो. हा दांडा बीजदलाखालीं आदिमुळाचे वरचे बाजूवर असतो. ह्या दांड्यामुळें बीजदलें, त्यावरील तेलकट वेष्टण व मध्यभागीं असणारा कोंब हे वर उचलले जातात. जेव्हां खोड चांगलें वाढतें तेव्हां हा मध्यें आलेला दांडा खोडाचा एक भाग होतो. असला मध्यभागीं येणारा दांडा पावट्यामध्यें इतका मोठा वाढत नाहीं.

पावट्याचे डाळिंबींत पौष्टिक अन्न असतें, पण एरंडीचे डाळिंबींत पौष्टिक अन्न नसून डाळिंबीच्या सभोंवती जें तेलकट वेष्टण आढळतें, तेंच एरंडीचें अन्न होय. एरंडी उगवूं लागली असतां, हें अन्न कमी होऊन अगदीं निःसत्त्व होतें. एरंडी सुद्धां द्विदल धान्यवनस्पति वर्गांपैकीं आहे.

अन्नाच्या आवरणासंबंधीं जो फरक एरंडी व पावटा ह्यामध्यें असतो तो विशेष लक्षांत ठेवण्याजोगा आहे. पुष्कळ बीजांत पहिल्याप्रमाणें अन्न बीज-

दलांत सांठविलें असतें, म्हणून बीजदलासभोंवती अन्नाचें आवरण असण्याची जरूरी नसते. पण जेव्हां एरंडीप्रमाणें बीजदलें पातळ असून बीजदलांत अन्न नसतें, अशा ठिकाणीं अन्नाची सोय बाहेरील अंगास केलेली असते. बीज उगवतांना दोन्ही अन्नाचा उपयोग सारखाच होतो.

मका—मक्याचा एक दाणा घेऊन तपासिला असतां वरील अंग पिवळें च चापट आढळतें. एका बाजूस पांढरी खोंच असते. पांढऱ्या खोचेवर एक बारीक खरखरीत चिन्ह असतें. एक दोन दिवस पाण्यांत भिजविलेला दाणा परीक्षणास चांगला असतो. कारण त्यामुळें तो दाणा मऊ होऊन आंतील भाग स्पष्ट दिसतात. पिवळें फोल काढून टाकिल्या नंतर बुडाजवळ बीजछिद्र (Micropyle) पाहण्यास विसरूं नये. मक्यांत पावट्याप्रमाणें दोन डाळिंबी असत नाहींत. मक्याचा उगवता गर्भ एका बाजूस असतो व सभोंवतीं अन्नाचें वेष्टण असतें. अन्नाचें बाह्य वेष्टण कठीण व पिंवळें असून आंतील भाग पांढऱ्या पिठाचा असतो. मका उगवूं लागला असतां उगवत्या कोंबाचें खालीं जाणारें अग्र, बीज–छिद्रांतून बाहेर पडतें. हें अग्र थोडेंसें वाढल्या नंतर दुसरीं दोन तंतुमय अग्रें मक्यांतून निघतात, व तिन्ही मिळून मक्यांचीं प्राथमिक मुळें तयार होतात. वर जाणारें कोंबाचें अग्र सुद्धां ह्याच रीतीनें वाढूं लागतें. त्यावर पानें पावट्याप्रमाणें सुटीं प्रथम दिसत नाहींत. पानाच्या बुडाकडील भाग वाढत्या कोंबासभोंवतीं गुंडाळलेला असतो व पानें एकामागून एक येऊं लागतात. पावट्याचें मुख्य मूळ प्रथम जमिनींत लांब वर घुसून त्यावर पुढें पोटमुळें येतात, अशी स्थिति येथें नसते. सर्व मुळें साधारणपणें एकाच लांबीरुंदीचीं असून तीं सर्व तंतूमय असतात. त्यांचें मुख्य मूळ असें कोणतेंच नसतें. मक्यांत गर्भ बाजूस असून त्यांत एकच बीजदल (Cotyledon) अथवा डाळिंबी असते, म्हणूनच मका एकदल धान्य वनस्पतिपैकीं आहे. गहूं बाजरी, ज्वारी, वगैरे धान्यें ह्याच वर्गाचीं आहेत.

मक्याचे दाण्यांत असणारें पौष्टिक अन्न, बीज उगवूं लागलें असतां त्यास उपयोगी पडतें, व जेव्हां मुळें व खोड चांगलें वाढतात त्यावेळेस त्या दाण्यांतील अन्न कांहीं शिल्लक राहत नाहीं; कारण तें उगवत्यास्थितींत खर्च होतें. येथें एवढें लक्षांत ठेवावें कीं, एरंडीप्रमाणें मक्यांत गर्भाभोंवतीं अन्नाचा पदर असतो. पावट्यासारखें बीजदलांत अन्न सांठविलेलें नसतें. मक्याचा दाणा

केवळ बीज नसून बीज असलेलें फळ आहे. बाजूस असणारा गर्भ मात्र बीज आहे. बीजामध्यें स्त्रीकेसराग्र (Stigma) खूण असत नाहीं, पण फळामध्यें ती नेहमीं असते. मक्यावरील खरखरीत खूण ह्याच प्रकारची आहे.

खजूर:—ह्या बीजावर तांबूस रंगाचें फोल असून मध्यें सरळ चीर असते. वरच्या बाजूस मध्यभागीं लहान आडवी चीर असून थोडा खोलगटा अढळतो. ह्या खोलगट जागेंत ह्याचें बीजछिद्र असतें. बीजांतील अन्न कठीण व टणक असून बीज उगवण्यास पुष्कळ दिवस लागतात. कधीं कधीं दोन तीन महिनेही लागतात. कुंड्यांत बीं पेरिलें असतां उगवण्यासंबंधी चमत्कार पाहण्यास अधिक बरें. त्या खोलगट जागेंतून एक लांब दांडा बाहेर पडतो. त्या दांड्याचें अग्र फुगट असतें. कांहीं दिवसांनीं त्या फुगट अग्रांतून दोन वाढते कोंब निघतात. पैकीं एक कोंब वर जातो व त्यावर पानें येतात; म्हणून त्यास प्रथम खोड म्हणतात व दुसरा खालीं जमीनींत घुसतों म्हणून त्यास आदि-मूळ म्हणतात. मक्याप्रमाणें येथील मुळें तंतूमय होतात. खरोखर त्या खोल-गट जागेंत प्रथम गर्भ संकुचित असतो. खालीं जाणाऱ्या दांड्यांतून गर्भाचे दोन्ही कोंब खालीं जातात व पुढें खोड वर वाढतें व मुळें जमिनींत शिरतात.

वरील सर्व उदाहरणांत अशा प्रकारची स्थिति आढळत नाहीं; पण येथें मात्र दोन्ही कोंब आपलीं मूळें जागा सोडून दुसरे ठिकाणीं आल्यावर वाढूं लागतात. मक्याप्रमाणें हा गर्भ मगजवेष्टित (Albuminous) असतो. खजूर एकदल धान्यवर्गापैकीं आहे; बीजांतील अन्न इतरांप्रमाणें उगवत्या-स्थितींत उपयोगीं पडतें. दोन्ही कोंब बाहेर पडल्यावर बीज तपासून पाहावें. त्यांतील पूर्वीचा कठीणपणा जाऊन त्यांत पोकळी बनते. ह्या सर्व बीजांत एक अगर दोन डाळिंबी असतात. गर्भाचे कोंब दोन असून एक जमिनींत शिरतो, व दुसरा बाहेर हवेमध्यें वाढतो. डाळिंबीमध्यें अगर गर्भासभोंवती अन्नाचा साठा असतो. हा सांठा प्रत्येक बीजांत थोडा बहुत असतो. बीज उगवूं लागलें असतां त्यास बाहेरून अन्न मिळविण्याची सोय नसते, म्हणून ही सोय परमेश्वरानें केली आहे. ह्या अन्नाचा फायदा घेऊन गर्भाचे दोन्ही कोंब वाढतात. हें अन्न स्वतंत्र स्थितीस पोहोंचेपर्यंत पुरतें.

बीज ही स्थिती बालतरूंची निद्रितावस्था म्हणण्यास हरकत नाहीं व त्यांचें जनन म्हणजे निद्रा संपून जागृतावस्था प्राप्त होणें हें होय. बीज हा बालरोपा

असून तो योग्य परिस्थितीमध्यें ठेविला असतां त्यास जागृती मिळून तो जोमानें वाढूं लागतो.

प्रकरण ४ थें.

मूळ Root.

बीजापासून जमिनींत घुसणारा कोंब हा आदिमूळ (Radicle) होय. त्यावर पुढें फांद्या फुटून पुनः फांद्यांवर पोटफांद्या येतात. मुळांचे अथवा फांद्यांचे अग्रांजवळ बारीक केंस येतात. हे केंस मुळास फार उपयोगीं पडतात. ह्यांच्या द्वारें मुळें जमिनींतून पाणी व अन्नद्रव्यें शोषण करितात. मुळांवरील फांद्या अथवा पोटफांद्या ह्यांचें बारीक निरीक्षण केलें असतां आपणांस असें आढळेल कीं, त्या फांद्या जणूं मुळाचें अंग फोडून बाहेर आल्या आहेत. फांद्यांची उत्पत्ति बाह्य नसून आंत खोल असते. अशा फांद्यांपैकीं एखादी सरळ उपटली असतां मुळावर छिद्र पडलेलें आढळतें. त्यावरून स्पष्ट खात्री होते कीं, फांद्यांचा उगम खोल आहे.

मूळावरण (Rootcap)—मुळांच्या अग्रांवर जाड पापुद्र्यांचें वेष्टण असतें. ह्या वेष्टणाचा मुळास उपयोग असतो. मुळाचा वाढता बिंदू (Growing point) ह्या वेष्टणामुळें रक्षिला जातो. हें वेष्टण निरनिराळ्या मुळांत निरनिराळ्या प्रकारचें आढळतें. कोंवळ्या मुळांत पिंगट रंगाचें वेष्टण असतें. कधीं कधीं वेष्टणांचे पुष्कळ पापुद्रे मिळून जाड टोपीसारखा आकार मुळाचे अग्रासभोंवती आला असतो, ह्यास मूलावरण (Rootcap) म्हणतात. मुळें जमिनींत वाढूं लागलीं म्हणजे साहजिक तीं जमिनीच्या खरखरीत भागांत घुसतात. त्यांचा खरखरीत भागाशीं संबंध असल्यामुळें मुळाशीं अग्रें झिजून जातात; व असें झिजणें चालू राहिलें तर आंतील वाढत्या अग्रास नुकसान पोहोंचण्याचा संभव आहे. नुकसान पोहोंचणें म्हणजे एक परीनें झाडाच्या अवयवांपैकीं एकास व्यंग करणें होय. अग्रें झिजूं नयेत, म्हणून हे पापुद्रे अथवा त्यांवरील वेष्टणें ह्यांची योजना परमेश्वरानें केली असते. हे पापुद्रे झिजून गेल्यावर आंतून नवीन पापुद्रे येण्याची व्यवस्था होत असते,

व येणेंप्रमाणें वाढत्या बिंदूचें रक्षण होतें. वरचेवर नवीन पापुद्रे उत्पन्न करण्याचें काम वाढतें अग्र करितें. केवड्याचे झाडावरील लोंबत्या मुळांवर टोपीसारखें स्पष्ट आवरण असतें. कित्येक मुळांत अग्र नुसतें सुजलेलेंसें वाटतें व हा सुजवटा संरक्षक पापुद्र्यामुळें येतो.

मुळांचे प्रकारः—मुख्य मूळ नेहमीं बुडाकडून अग्रांकडे निमुळतें असून जमिनींत सरळ घुसत जातें. त्यावरील फांद्याही त्याच प्रमाणें अग्राकडे निमुळत्या असतात. कित्येक वेळां मुख्य मुळास 'किंकरी मूळ' (Tap root) ह्मणतात. कारण तें सुताराच्या किंकराप्रमाणें जमिनींत भोंक पाडून शिरतें. कित्येक वनस्पतींमध्यें मुख्य मूळ सरळ जमिनींत न घुसतां त्या ऐवजीं पुष्कळ लहान लहान तंतुमय मुळांचा पुंजका जमिनींत शिरतो. तंतुमय मुळें बहुतेक सारख्या आकाराचीं असून त्यांमध्यें मुख्य मूळ असें कोणतेंच नसतें. अशीं मुळें एकदल धान्य-वनस्पतींमध्यें नेहमीं आढळतात. एकदल धान्य-वनस्पति ओळखण्याची ही एक खूण आहे. जेव्हां केवल रोपा पाहून एकदल अथवा द्विदल धान्यवनस्पति ठरविण्याची असते, अशा वेळेस मुळें जर तंतुमय असतील तर वनस्पति एकदल असते. तृणजातींमधील वनस्पति, कांदे, लसूण, ताड, माड वगैरेमध्यें मुळें तंतुमय असतात. त्यांवरून हीं सर्व उदाहरणें एकदलधान्यवनस्पतिवर्गांपैकीं आहेत, हें निराळें सांगणें नको.

आगंतुक मुळेंः—नेहमीं सर्व मुळें जमिनींत मुख्य मुळापासून उत्पन्न होतात, असें नाहीं. पुष्कळ वेळां खोड, फांद्या, तसेंच पानें, ह्यांपासून मुळें फुटतात. वडाचे झाडामध्यें बुंध्यापासून अथवा फांद्यांपासून निघणारीं मुळें नेहमीं पाहण्यांत येतात. ब्राह्मी, स्ट्रॉबेरी, दुर्वा वगैरे वनस्पतींमध्यें फांद्यांपासून नवीन आगंतुक मुळें निघतात. पानफुटीमध्यें पानांच्या कडांपासून नवीन कळ्या उत्पन्न होऊन जेव्हां जामिनींत रुजतात त्यावेळेस त्यांपासून मुळ्याही सुटतात. त्यावरून त्यास ' पानफुटी अथवा पर्णफुटी, हें नांव पडलें.

हीं मुळेंसुद्धां जमिनींत घुसणाऱ्या मुख्य मुळाप्रमाणें वनस्पतीस उपयोगी पडतात. कांहीं ठिकाणीं मुख्य झाडास बळकटी अशा मुळांकडून मिळते. ह्यांचे द्वारें कांहीं वनस्पति अन्नग्रहण करितात, व कांहीं आपल्या मुळांत अन्नसांठा करितात. सारांश मुख्य मुळें व हीं आगंतुक मुळें ह्यांमध्यें फरक कांहीं नसतो.

अशा आगंतुक मुळांस ' अस्थानोद्भूत ' (Adventitious) मुळें म्हणतात. कारण तीं आपली नेहमींची जागा सोडून खोडावर अथवा फांदीवर येतात. हें नांव अशा मुळांस यथार्थ आहे. तंतूमय मुळेंसुद्धां ह्याच सदराखालीं येतात. गव्हाचा रोपा एका बीजापासून उत्पन्न होतो, पण त्यास पुष्कळ फांद्या येतात, व प्रत्येक फांदीचे बुडीं तंतुमय मुळें आढळतात. हीं सर्व तंतुमय मुळें मिळून एक पुंजका बनतो. फांदीपासून मुळें येतात, म्हणून तीं अस्थानोद्भूत आहेत. उंसाच्या कांड्यापासून आगंतुक तंतुमय मुळें निघालेलीं नेहमीं पाहण्यांत येतात.

मांसल मुळें:—पावटा, तूर, मोहरी, बाभूळ, सिसव, इत्यादि वनस्पतींमध्यें एक मुख्य मूळ असून त्यापासून दुसरीं पोटमुळें फुटतात. मुख्य मूळ हें आदिमूळ (Radicle) वाढूनच तयार होतें. वरील उदाहरणांत मुळें टणक असतात, पण गाजर, चुकंदर, सलजम, मुळा, वगैरे वनस्पतींत मुळें टणक नसून लवलवीत अगर मांसल असतात. मांसल मुळ्यांचे आकार वेगवेगळे असतात. गाजर बुडाशीं वाटोळें असून अग्राकडे निमुळतें होत जातें. मुळें अगर चुकंदर बुडाशीं किंचित् वाटोळे असून खालीं मोठे होतात व पुनः अग्राकडे गांजराप्रमाणें अणकुचीदार होतात. सलजमाचें बूड रुंद व वाटोळें असून तें एकदम शेंड्याकडे निमुळतें होतें. आर्किडमध्यें मुळ्या गांठीदार वाटोळ्या व लांबट असतात. कधीं कधीं तीं मुळें हस्तसदृश असून हातांस असणारीं बोटें, अगर त्यांसारखे भाग हीं त्यांमध्यें आढळतात. रताळीं मोठीं असून दोन्ही टोकांस किंचित् निमुळतीं असतात. वरील उदाहरणापैकीं रताळीं मात्र आगंतुक मुळ्या आहेत. रताळ्यांचे वेल जमिनीवर पसरून जागजागीं कांड्यापासून हीं मुळें फुटतात, व तीं वाढत मोठीं होतात. मुळा, गाजर, सलजम वगैरे मात्र आदिमूळापासून वाढल्या कारणानें तीं आगंतुक नाहींत, तीं केवळ मांसल वर्गापैकीं आहेत.

सर्व मांसल मुळांमध्यें वनस्पति कांहीं विशिष्ट प्रकारचें अन्न सांठवितात. ह्या सांठविलेल्या अन्नाचा उपयोग वनस्पतीस जरूरीच्या प्रसंगीं होत असतो. कित्येकांत सत्त्व Starch, कित्येकांत साखर Sugar, कित्येकांत नायट्रोजन युक्त द्रव्यें आढळतात. वनस्पतिवर्ग मेहनत करून काटकसरीनें पुढील तरतुदीकरितां ह्या अन्नाचा सांठा करितात. प्राणिवर्ग हरप्रयत्न करून त्या संचित

अन्नाचा उपयोग आपणाकडे करितो, त्यामुळें वनस्पतींची मेहनत व दूरदर्शीपणा हीं दोन्ही व्यर्थ होतात. मुळें हींच केवळ अन्नाचीं कोठारें नसून वनस्पतीचीं इतर अवयवें सुद्धां ह्या कामाकरितां उपयोगीं पडतात. खोड, पानें, फळें, अगर बीजें, ह्या सर्वांमध्यें मुळाप्रमाणेंच अन्नसाठा केला असतो.

आगंतुक मुळ्यांचे वेगवेगळे प्रकार असून त्यांचा उपयोग निरनिराळा असतो. आयव्ही अथवा विग्नोनिचा, हे वेलवर्गांपैकीं आहेत. त्यांचा धर्म भिंतीचा अथवा दुसरे वनस्पतीचा आश्रय घेऊन वर चढण्याचा असतो. चढण्यास सुलभ पडावें म्हणून कांड्यापाशीं जागजागीं आगंतुकमुळें फुटून तीं भिंतींत अथवा आश्रयाचे जागीं घुसतात. असल्या आगंतुक मुळ्यांचा चढण्याकडे चांगला उपयोग होतो. पिंपळीचा वेल भिंतीवर चढतो; ह्यामध्यें सुद्धां अशा प्रकारचीं आगंतुकमुळें फुटतात. जरी असल्या मुळांचा उपयोग नेहमीं वर चढण्यास होतो, तथापि प्रसंगीं त्याचेकडून अन्नद्रव्यें शोषण केलीं जातात.

हवेंत लोंबणारीं मुळें (Aerial roots):—वडाच्या पारंब्या जमिनीकडे लोंबत असलेल्या नेहमीं आढळतात. पारंब्या म्हणजे फांद्यांपासून निघणारीं आगंतुक मुळें होत. हीं मुळें हवेंत लोंबतीं राहिल्याकारणानें त्यांस पवनोपजीवी म्हणतात. पारंब्या जमिनींत घुसून वडाचे झाडास चांगली मजबुती मिळते. दरवेळेस पारंब्या जमिनींत घुसल्यावर तो वृक्ष मोठा घनछायेचा होतो.

श्रीमंत पहिले बाजीरावसाहेब एकदां उत्तर-हिंदुस्थानांत स्वारी करण्यास निघाले असतां वाटेंत त्यांचा तळ नर्मदातीरीं पडला. आख्यायिका अशी आहे कीं, स्वारींत लवाजमा व सरंजाम एका वटवृक्षाखालीं राहिला, त्यावरून तो वृक्ष किती विस्तृत असावा ह्याची कल्पना सहज करितां येईल.

ऊंस, केवडा, जोंधळा, पिंपरणी, नांद्रुक, आर्किड वगैरेमध्यें असलीं आगंतुक मुळें आढळतात. असल्या मुळावर बारिक केस येत नाहींत. कारण ह्यांचा उपयोग अन्नशोषणाकडे क्वचित होतो. ज्या मुळांवर केंस येतात तीं कोरड्या हवेंत पांढुरकीं होतात व दमट हवेंत हिरवळतात. अथवा कधीं कधीं तांबूस पिंगट बनतात.

परान्नभक्षक (Parasitic) मूळें:—आगंतुक मुळ्यांचा दुसरा एक प्रकार आढळतो. त्यास परान्नभक्षक मुळें म्हणतात. जसें बांडगूळ, अमरवेल वगैरे. अमर-

वेलीचें वर्णन पूर्वी आलेंच आहे. हा वेल आश्रयाचे झाडास विळखे मारून अगदीं गच्च धरतो. विळखे सोडवितांना मुळ्या फांदींत घुसल्या कारणानें तीं सहसा सुटत नाहींत. ह्या मुळ्यांकडून आश्रयाच्या झाडांतील अन्न-रस शोषण करून अमर-वेल वाढत असतो. वेल मोठा वाढत गेला असतां आश्रयाचे झाडावर वाईट परिणाम होतो. दिवसानु-दिवस तें झाड आपोआप खंगूं लागतें. त्यावरील फुलें अगर फळें चांगलीं पोसत नाहींत. कारण जें नवीन अन्न त्यांत तयार होतें तें बहुतेक त्या मुळ्या शोषून घेतात.

बांडगुळाची सुद्धां अशी स्थिति असते. बांडगुळें आंब्याचे अगर फणसाचे झाडावर वाढतात. त्यांची फांदी आंब्याचे फांदींत घुसते. तेथून आंत मुळें घुसतात. बांडगुळाचीं पानें हिरवीं असून पूर्ण वाढलेलीं असतात. त्यामुळें त्यांस हवेंतून स्वतंत्रपणें कार्बन--आम्लवायु शोषितां येतो. बांडगुळें केवळ अन्नरसाकरितां आश्रयाचे झाडावर अवलंबून असतात. पानांतील हरितवर्णपदार्थांच्या (Chlorophyll) साहाय्यानें कार्बन आम्लाचें विघटीकरण करून अन्नरसाच्या मिश्रणामुळें त्यास सेंद्रिय पदार्थ करितां येतात. म्हणूनच आश्रयाचे झाडाचें फारसें नुकसान होत नाहीं, पण अमरवेलाची गोष्ट ह्याहून वेगळी असते. अमरवेल पिंवळ्या रंगाचा असून त्याचीं पानें अपूर्ण असतात.हरित्-वर्णपदार्थांच्या अभा-वामुळें हवेंतून त्यास स्वतंत्रपणें कार्बन संस्थापना करितां येत नाहीं. त्यास शरीरपोषणाकरितां दुसऱ्यावर पूर्णपणें अवलंबून रहावें लागतें, म्हणून बांड-गुळापेक्षां अमरवेलानें ज्यास्त नुकसान होतें. वेळेवर काळजी न घेतली व अमरवेलाचे लोंबते धागे काढून टाकिले नाहींत, तर आश्रयाचे झाडास पुष्कळ नुकसान पोहचतें. बागेंतील झाडावर बांडगुळें अथवा अमरवेल वाढूं लागलीं असतां; ताबडतोब ते नाहींसे करावेत, दुर्लक्ष्य करितां उपयोगी नाहीं.

वनस्पतींचे रोग ह्याच प्रकारचे परान्नभक्षक आहेत व ते सर्व केवळ परावलंबी असतात. त्यांची उपजीविका दुसऱ्या वनस्पतीवर नेहमीं होत असते. अतिथी व यजमान हा परस्पर संबंध येथें लागू पडतो. त्या वनस्पति म्हणजे यजमान व त्यांवर अवलंबून राहणारे रोग हे त्यांचे अतिथी होत. पण अतिथीस एकंदर चांगली जागा व अन्नदान दिलें म्हणजे तो अतिथी संतुष्ट होऊन

तेथेंच कायमचें बिऱ्हाड देण्याचें ठरवितो, व हळु हळु आपला संसार थाटवूं लागतो. एकंदर संसार थाटविल्यावर यजमानास त्यास घालवून देण्याची ताकद नसते व निमूटपणें त्याचा खर्च चालविणें भाग पडतें. याप्रमाणें लवकरच यजमानाचे डोक्यावर हात फिरवून तो त्याचें वाटोळें करून टाकितो. 'भटास दिली ओसरी व भट हातपाय पसरी' ह्या म्हणीची सत्यता अशा ठिकाणीं चांगली दिसून येते. तांबोरा, काजळी, बुरा इत्यादि रोग ह्याच जातीचे आहेत. तांबोरा एकदां गव्हावर पडला म्हणजे तो नाहींसा करणें हें जवळ जवळ अशक्यच आहे. आजपर्यंत शेंकडों प्रयत्न झाले पण हा रोग नाहींसा करण्याचा रामबाण उपाय अजून निघाला नाहीं. बिलकूल संबंध नसतां शक्य तेवढी काळजी घेत असतां ह्या रोगाचा प्रादुर्भाव एकाएकीं कसा होतो, हा मोठा चमत्कार आहे.

खरोखर जगन्नियंत्याची नानातऱ्हेच्या जीवांची परंपरा राखण्याची तऱ्हा फारच विलक्षण व अगाध आहे. एकाचा नाश तर दुसऱ्याचा उदय, एक तरतो तर दुसरा मरतो. सारांश ह्या जीवनकलहांत ईश्वराच्या करणीचें जितकें कौतुक करावें तितकें थोडेंच आहे.

भूछत्रें घाण व कुजलेल्या जागेवर उगवतात व मृतसेंद्रिय पदार्थ मुळांतून शोषण करून घेतात. कुजट घाण नाहींशी होऊन प्राणिवर्गाचे आरोग्यावर त्यामुळें चांगला परिणाम होतो. हरितवर्णपदार्थ (Chlorohpyil) त्याचे शरीरांत नसल्यामुळें त्यास कार्बन आम्ल हवेमधून शोषण करितां येत नाहीं, व त्यामुळें सेंद्रिय पदार्थ नवीन करितां येत नाहींत. म्हणून आयत्या तयार असणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांची त्यास जरूरी असते. पाण-वनस्पतींचीं मुळें तंतूसारखीं असतात. तीं चिखलांत रुतून तेथूनच अन्नशोषण करितात. पाणमुळ्यांवर कोणतेंही आवरण असत नाहीं व आवरणाची जरूरी नसते. कारण जमिनींत घुसणाऱ्या मुळ्यांप्रमाणें त्यांचा संबंध कठीण सक्तपदार्थांशी येत नसतो. शिंगाडा ही एक पाणवनस्पति आहे. त्याच्या मुळ्या एका जागीं येतात असें नाहीं. प्रत्येक काड्यांपासून मुळ्या सुटून पुंजके बनतात. ह्या सर्व मुळ्या चिखलापर्यंत गेल्या नसतात. कांहीं चिखलांत शिरून बाकी पाण्यांत लोंबत्या राहतात. कांहीं लोकांनीं ह्या मुळ्यांच्या पुंजक्यास विशिष्ट पानें आहेत असें म्हटलें आहे. कमळाचीं मुळें शिंगाड्याप्रमाणें कांहीं चिखलांत राहतात, व कांहीं पाण्यांत

तरतात. वुइलो ओढ्याचे कांठावर उगवतो. त्याचीं मुख्य मुळें जमिनींत जातात, पण दुसरीं आगंतुक मुळें बाजूला निघून तीं पाण्यांत वाहतीं राहतात. पाण्यांत वाहतीं राहल्यामुळें त्यांची एक जणूं जाळी बनते. नवीन कालवा जेव्हां एखादे जागेंतून जातो, त्यावेळेस शेजारच्या जमिनींत उगवणाऱ्या झाडाचीं मुळें काल-व्याचे पाण्याकडे धांव घेतात, व त्यांची वाढ त्या दिशेंत फार जोमाची होते. वुइलो वगैरेचीं मुळें जर एकदां पाण्याचे नळींत घुसलीं तर तीं इतकी वाढतात कीं, त्या योगानें नळीचें तोंड बंद होऊन, नळींतून वाहणारा पाण्याचा प्रवाह बंद होतो. पाण्याचे नळ नेहमीं ओढ्यांतून, कालव्यांतून पाणी नेण्याकरितां बसविलें असतात व कांठावर उगवणाऱ्या झाडांचीं मुळें त्यांत शिरतात. पाण्यांतील मुळें लांकडासारखीं कठीण होत नाहींत. पाणी वाहतें असेल तर प्रवाहाबरोबर मुळें वाहतीं राहतात.

बीजजनन होत असतां आदिमूळ अगोदर बाहेर पडून जमिनींत घुसतें, याचें कारण मुळास बळकटी व अन्न देण्याचें काम करावयाचें असतें. उगवतें बीज एका जागीं मजबूत राहिलें नाहीं, तर वाऱ्यामुळें अथवा इतर कारणांनीं इकडे तिकडे जाऊन रोपा कायमचा मजबूत होणार नाहीं. म्हणून मुळें प्रथम वाढून जमिनींत चांगलीं घुसतात, व त्यायोगें आपलीं दोन्हीं कार्यें चांगल्या रीतीनें घडवून आणितात.

प्रकरण ५ वें.

स्कंद अगर खोड Stem

मूळ व स्कंदः—बीजांतून वर उगवणारा कोंब हा प्रथम खोड होय. साधारण नियम असा आहे कीं, मुळ्या जमिनींत शिरून खोड हवेंत वाढतें. हा नियम सार्वत्रिक लागू पडतो असें नाहीं. मुळ्यांवर पानें कधीं येत नाहींत, तसेंच पानाप्रमाणें अथवा कोंवळ्या खोडाप्रमाणें मुळ्यांत हरितूवर्णपदार्थ Chlorophyll नसतो, सूर्यप्रकाश टाळून जमिनींत घुसणें हा मुळ्यांचा

साधारण धर्म आहे. मुळ्यांवर बुडाकडून अग्राकडे दुय्यम मुळ्या येतात. खोडावरील फांद्यांची जागा नक्की ठरवितां येते. त्या जागेस कांडें अथवा सांधा म्हणतात. सांध्याखेरीज इतर जागेवर फांद्या कधींही येत नाहींत. दोन कांड्यांचें अंतर कमी-अधिक असतें. विशेषेंकरून तृणजातींमध्येंही हीं स्पष्ट दिसतात.

आवरणें:—खोडावर पानांचे पोटीं (Axil) नेहमीं एक कळा असते. ह्या कळीभोंवतीं आवरणें असून त्यांचा उपयोग शीतोष्णापासून कळीचे संरक्षणाकडे होतो. कळी वाढूं लागली असतां हीं आवरणें आपोआप गळून जातात. तसेंच खोडाचें वाढतें अग्रही ह्याचप्रकारें आवरणांनीं आच्छादित असतें. आवरणें गळल्यावर आंतील पानांवर पानें असलेला वाढता कोंब दिसूं लागतो. कोंब वाढूं लागला म्हणजे पानें आपोआप खालीं सुटून तो पुनः पूर्वीप्रमाणें आंतून उत्पन्न होणाऱ्या कोंवळ्या पानांनीं वेष्टिला जातो. शीतप्रदेशांत हिंवाळ्यामध्यें ह्या कळ्यांची वाढ बहुतेक थांबते. अशावेळीं थंडीपासून त्यांचें संरक्षण होणें जरूर असल्यामुळें असलीं आवरणें नेहमीं त्या कळ्यांवर येत असतात.

हीं आवरणें जाड असून त्यांवर मेणासारखा चिकट पदार्थ जमतो. ह्या चिकट मेणामुळें थंडीचा परिणाम आंतील नाजुक भागांवर होऊं शकत नाहीं. नाहींतर थंडीमुळें तो वाढता कोंब केव्हांच करपून गेला असता. फेब्रुवारी अथवा मार्च महिन्यांत पिंपळाचे अथवा वडाचे झाडाखालून गेलें असतां शेंकडों गळलेलीं आवरणें आढळतात. कारण तो काल वसंतऋतूचा असल्यामुळें कळ्या फुटून उमलूं लागतात. शिवाय थंडीसुद्धां कमी होत असते. जेथें झाडाच्या कळ्यांचा अत्युष्ण अथवा अती शीत हवेशीं संबंध येत नाहीं, तेथें आवरणाची जरूरी नसते. आवरणें येणें, न येणें, हें झाडांच्या परिस्थितीवर अवलंबून असते. जेथें ज्यांचा उपयोग तेथें त्या पदार्थांचें अस्तित्व, निरुपयोग तेथें त्याचा अभाव, असा सार्वत्रिक नियम आहे.

फांद्यांची उत्पत्तिः—बुंध्यावरील पानाचें पोटीं कळ्या वाढूं लागल्या ह्मणजे पान गळून जाते, अथवा तसेंच राहतें. शिवाय सर्व कळ्या वाढल्याच पाहिजेत असा नियम नाहीं. कांहीं कळ्या वाढतात व कांहीं आपोआप गळून जातात, अथवा अन्य कारणांनीं कांहीं नाहींशा होतात. कळ्या

वाढून त्यांच्या पुढें फांद्या बनतात. प्रत्येक पानाचें पोटीं एकच कळी पाहिजे असा नियम नाहीं. कधीं कधीं एकापेक्षां जास्त कळ्या आढळ-तात व त्यामुळें अधिक फांद्या एका जागीं तयार होतात. खरोखर फांद्या म्हणजे बुंध्यावरील सादृश उपांगें होत. ज्याअर्थीं फांद्या पानांचें पोटीं असणाऱ्या कळ्यापासून वाढतात, त्याअर्थीं पानांचा व फांद्यांचा पुष्कळ निकट संबंध असतो. ज्याप्रकारची पानाची मांडणी त्याप्रकारची फांद्यांचीही मांडणी आढळते.

फांदीची व्यवस्थाः—क्षुद्र वनस्पतीमध्यें व उच्च वनस्पतीमध्यें फांद्याची व्यवस्था निरनिराळ्या प्रकारची आढळते. क्षुद्र वनस्पतीमध्यें फांद्यांची व्यवस्था 'द्विपाद' (Dichotomous) असते म्हणजे अग्रावरील कळी द्विधा होऊन त्यापासून सारख्या दोन फांद्या तयार होतात व प्रत्येक तयार झालेल्या फांदी-पासून पुनः पूर्ववत् दोन फांद्या बनतात. कधीं कधीं तयार होणाऱ्या दोन फांद्या पैकीं एकच वाढते व दुसरीची वाढ खुंटून जाते. त्याजागीं फांदी असल्याबद्दल एखादी खूण मात्र राहते. फांदीच्या वाढीची दिशा उजवीकडून डावीकडे असते. एका ठिकाणीं दोन्हींचें मिश्रण सहसा कधीं होत नाहीं.

एकपादः—Monopodial उच्च वनस्पतींच्या फांद्यांची व्यवस्था 'एक-पाद' Monopodial असते. ह्या व्यवस्थेचे मुख्य दोन पोटभेद आहेत. (१) अनियामित (Racemose) (२) नियमित. १ अनियामितः—येथें फांद्याची वाढ नेहमीं बुंध्यावर सारखी होत असते. सर्वांत लहान फांदी शेवटीं अग्राकडे असून जुनी फांदी बुडाकडे असते. मुख्य खोड सर्व फांद्यांपेक्षां मोठा असतो. जसे सुरू, बकाणा, वेळू इत्यादि मुख्य वाढणारा कोंब सारखा अग्राकडे वाढत राहून त्याचें नियमन होत नाहीं. म्हणूनच अशा व्यवस्थेस अनियमित व्यवस्था हें नांव पडलें आहे. एकदलधान्य वनस्पतींत विशेषेंकरून फांद्या मोठ्या वाढत नाहींत, पण त्यांमध्यें फांद्यांची व्यवस्था अनियामित असते. द्विदलधान्य-वन-स्पतीमध्यें दोन्ही नियमित अथवा आनियमित व्यवस्था आढळतात. २ नियमित फांद्यांची व्यवस्था:-(Definite or Cymose) येथें खोडाच्या वाढत्या कोंबाची वाढ प्रथम खुंटते व बाजूकडे नवीन कळ्यापासून निराळ्या फांद्या तयार होतात. मुख्य खोडाची लांबी इतर फांद्यांपेक्षां कमी असते. नियमित व्यवस्थेमध्येंसुद्धां दोन पोटभेद करितां येतात. विंचू नांवाच्या वनस्पतीस दोन

समोरासमोर अशीं आडवीं पानें येतात. येथें मुख्य कोंबाची वाढ खुंटून खालीं असणाऱ्या दोन पानांतून निराळ्या फांद्या वाढतात. ह्या फांदीच्या प्रत्येक अग्रावरील वाढत्या कोंबाची वाढ खुंटून पूर्ववत् खालीं असणाऱ्या दोन समोरासमोर पानांमधून दोन फांद्या वाढतात. सर्वसाधारणपणें अशा वनस्पतीस 'द्विपादा' (Dichotomous) प्रमाणें आकार येतो. पण हा खरा द्विपाद नाहीं. कारण द्विपादामध्यें अग्रावरील कळीचे दोन भाग होऊन त्या प्रत्येक भागाची एक एक फांदी बनते. येथें अग्रावरील कळीची वाढ खुंटून जवळील पानांचे पोटांत (Axil) दोन कळ्या असतात. त्यापासून दोन फांद्या तयार होतात. नीट बारकाईनें तपासिलें असतां चूक सहज लक्षांत येते. अशा व्यवस्थेस नेहमीं पानें समोरासमोर असणें अवश्य आहे. ह्या व्यवस्थेस 'नियमित द्विपाद' (Dichasium) म्हणण्यास हरकत नाहीं.

दुधी वगैरेमध्यें मुख्य अग्रावरील कळीची वाढ खुंटून त्यांचे जवळील पानांचे पोटीं जी कळी असते, तीच मोठी होऊन जणूं मुख्य खोड आहे किं काय, असें वाटूं लागतें. येथील खोड फांद्यावर फांद्या ठेवून बनला असतो. हें ओळखण्याची सोपी युक्ती म्हणजे त्या पानांत दुसरी कळी असल्याची खूण नसते. जेव्हां फांद्या सरळ वाढतात, त्या वेळेस ही व्यवस्था अनियमित वर्गांपैकीं असावी, असें वाटतें. पण वास्तविक तशी स्थिति नसते. कारण पानाचे पोटीं कळी नसते किंवा कळी असल्याची खूणही नसते. पानाचे पोटीं कळी असणें अवश्य आहे. येथें पानाचे पोटांत निराळी कळी नसून त्या कळीची फांदी वाढली आहे अशी खात्री पटते. तसेंच वर वाढलेला भाग हा मुख्य खोड नसून ती फांदी वाढली आहे, हें सहज लक्ष्यांत येतें.

हा प्रकार अनियमितांपैकीं आहे, असें जरी प्रथम वाटतें, तथापि पानाचे पोटीं कळीचे अभावामुळें तो अनियमित नसून नियमित आहे, असें निश्चित ठरतें. अशा प्रकारास 'एकमार्गी नियमित' (Sympodial) असें नांव फांदीचे मांडणीमुळें योग्य दिसतें.

कित्येक पानांचे पोटांत एक कळी अथवा भुगारा न निघतां दोन किंवा तीन भुगारे निघतात, व ते वाढून त्याच्या दोन किंवा तीन फांद्या तयार होतात. अशा वेळेस कळ्या जास्त झाल्या असतां पानांचे पोटाबाहेर ढकलल्या

जाऊन त्यापासून तयार होणाऱ्या फांद्या पानाचे पोटाचे बाहेर आल्या आहेत असें वाटण्याचा संभव आहे.

आगंतुक कळ्याः—ह्या ठिकाणीं अस्थानोद्भूत (adventitious) कळ्यांचा निर्देश करणें जरूर आहे. कारण भुगारे किंवा कळ्या म्हणजे मुग्ध दशेंत असणाऱ्या फांद्या होत. म्हणूनच अस्थानोद्भूतकळ्या ह्या अस्थानोद्भूत फांद्या आहेत.

शिसू वगैरे झाडांत मुळ्यावर कळ्या वाढून त्यांच्या फांद्या बनतात. शिसू झाड मुळापर्यंत कापून टाकिलें व केवळ मुळें जरी सोडलीं, तथापि मुळावर कळ्या वाढून तें झाड पूर्ववत् वाढतें. खरोखर मुळ्यांचा धर्म कळ्या उत्पन्न करणें हा नाहीं. तें काम खोडानें करावें असा साधारण नियम असून असलें अपवाद कधीं कधीं दृष्टीस पडतात.

ह्याच प्रकारें गुलाबवर्गाच्या झाडामध्यें मुळ्यापासून अस्थानोद्भूत कळ्या उत्पन्न होऊन त्यांच्या फांद्या बनतात. कळ्यांची उत्पत्ति मुळ्याप्रमाणें आंत खोल होऊन, मुळ्यांचें अंग फोडून त्या बाहेर येतात.

तसेंच झाडावरील फांद्या, डहाळ्या व पानें कापून केवळ झाडाचा उभा सोंट ठेविला असतां एखादे वेळेस सोंटावर नवीन कळ्या उत्पन्न होतात. ह्या कळ्यांसही अस्थानोद्भूत म्हणण्यास हरकत नाहीं.

बलाबलताः—वनस्पतींच्या बलाबलतेप्रमाणें त्यांचीं खोडें लहान मोठीं होतात. कांहींचें खोड मजबूत असून सरळ उभे राहतात. जसें कापूस, मोठीं झाडें, तूर इत्यादि. कांहींचें खोड मजबूत व टणक नसल्यामुळें जमीनीवर पसरतात. जसें रताळी, खरबूज वगैरे. कित्येक निर्बल वनस्पति दुसऱ्या झाडांचा अथवा भिंतीचा आश्रय घेऊन वर चढतात. कांहीं ठिकाणीं वर चढण्याकरितां तंतूसारखे धागे असतात, पण कांहीं खोड स्वतः आश्रयाभोंवतीं विळखेकरून वर जातात. तंतूमय धागे अशा ठिकाणीं येत नाहींत.

आंबा, फणस, पिंपळ वगैरेमध्यें खोड मजबूत असून दरवर्षी थोडा थोडा मोठा होत असतो. शिवाय हीं झाडें पुष्कळ वर्षें टिकून प्रतिवर्षी योग्य ऋतूंत त्यास फुलें व फळें येतात. अशा मोठ्या झाडास 'वृक्ष' (tree) ही संज्ञा योग्य आहे. साखरलिंबु, करवंदी, तोरणी, काटेऱ्या बोरी, वगैरेचें खोड इतकें मोठें

नसून तें जमीनींतून वर येतांना जणूं दोन चार झाले आहेत असे वाटतात. हीं झाडें सुद्धां बरींच वर्षे टिकतात, पण वृक्षा इतकीं जुनीं राहत नाहींत. अशास ' झुडें ' (shrub) म्हणणें बरें दिसतें. ह्यापेक्षां लहान झाडास झुडुप (bush) म्हणावें. जसें तुळशी, धोत्रे, कापूस वगैरे.

वरील तिन्ही प्रकारच्या खोडांपेक्षां टणकपणा कमी असून, लवचीक जास्त असणारें खोड जाई, द्राक्षें, वगैरेमध्यें आढळतें. हें खोड अधीक हिरवट असतें. पालक, शाकभाज्या, हरभरे, मूग, इत्यादिकांचीं खोडें ह्याच वर्गांत पडतात. असल्या वनस्पतीस ' रोपडीं ' (herb) हें नांव साजेलसें वाटतें. कांहीं रोपडीं पांच सहा वर्षे टिकून प्रतिवर्षी त्यास फुलें येतात, पण कांहीं जास्त दिवस न टिकतां एका ऋतूंमध्यें त्यांची उत्पत्ती, पोषण व मरण, हीं तिन्ही संपतात. म्हणजे बीजापसून वनस्पति उगवून वाढूं लागतात, पुढें त्यास फुलें व फळें येऊन वाळतात, आणि एका ऋतूंत त्यांचा जीवनक्रम सर्व आटोपतो. म्हणून त्यास वर्षायु (annual) ह्मणतात.

कांदे, लसूण, मुळें, गाजर, चुकंदर वगैरेमध्यें खोड द्विवर्षायु (biennial) असतें. म्हणजे तें दोन ऋतू अगर दोन वर्षे टिकतें. पहिले वर्षी फुलें अथवा फळें त्यावर न येतां मुळ्या, व पानें चांगलीं पुष्ट होतात. ऋतूचे अखेरीस पानें व हवेमध्यें वाढणारा कोंब वाळून जातात. दुसरे ऋतूंमध्यें पुनः नवीन कोंब वाढून पानें वगैरे येऊं लागतात. शेवटीं फुलें व फळें तयार होतात. फुलें व फळें येण्यास दोन ऋतू लागतात, म्हणून असल्या वनस्पतींस द्विवर्षायु (biennial) म्हणण्याची चाल आहे. कांहीं वेळां द्विवर्षायू म्हणून मोडिल्या जाणाऱ्या वनस्पति एकाच ऋतूंत आपला जीवनक्रम संपवितात. अशा वेळीं त्या द्विवर्षायु न राहतां वार्षिक होतात. विशेषें करून उष्णप्रदेशांत द्विवर्षायु वनस्पति कमी असतात; अथवा द्विवर्षायु बहुधां वार्षिक होतात, असा सर्वसाधारण अनुभव आहे.

दोन ऋतूंपेक्षां जास्त दिवस टिकणाऱ्या वनस्पतीस ' बहुवर्षायु ' (perennial) म्हणतात. कारण दरवर्षी त्यास फुलें व फळें येतात. वर्षायु अथवा द्विवर्षायु वनस्पतींस एकदां फुलें व फळें आलीं असतां तीं नेहमीं वाळून जातात. म्हणजे फुलें व फळें येणें हें त्यांच्या मृत्यूचें लक्षण आहे. पण

बहुवर्षायुमध्यें दरवर्षी फुलें व फळें येऊन जातात. फुलें येऊन गेलीं म्हणजे त्या मरतात असें नाहीं.

वेळू, चिवे वगैरे वनस्पति द्विवर्षायु व बहुवर्षायु प्रकारांचे मध्य प्रकारामध्यें पडतात. फुलें व फळें वेळूस एकदांच येतात व तीं आलीं म्हणजे वेळू सुकूं लागतो. हें लक्षण वर्षायु अगर द्विवर्षायुमध्यें आढळतें. पण कित्येक ऋतूपर्यंत त्यास फुलें अथवा फळें येत नाहींत. पुष्कळ वर्षें टिकणें हें लक्षण बहुवर्षायूचें आहे. तेव्हां त्यास केवळ द्विवर्षायु अथवा बहुवर्षायु म्हणतां येणार नाहीं.

वरील वृक्ष, झुडें, झुडपें, हीं सर्व बहुवर्षायु आहेत. फक्त रोपड्यांचा प्रश्न मात्र राहतो. कारण त्यांचें खोड पुष्कळ ऋतु टिकण्याजोगें नसतें. रोपड्यांपैकीं-सुद्धां कांहीं बहुवर्षायु असतात. जसें—जाई, द्राक्षे, मोगरा, जुई इत्यादि. बाकीचीं बहुधा वर्षायु असतात. द्विवर्षायु फार थोडीं आहेत. कारण त्यांमध्यें विशिष्ट प्रकारचीं मांसल मुळें असावीं लागतात. बाजरी, मका, गहूं, हरभरे, जव, मेथी, वगैरे सर्व वर्षायु आहेत. तीं आपलीं सर्व कामें एका ऋतूंत संपवितात.

फांद्यांचे इतर प्रकार.

धांवती फांदीः—स्ट्राबेरी अगर ब्राह्मी वगैरेमध्यें खोड दोन प्रकारचें असतें. पहिल्याप्रकारचें खोड एके जागीं उभें असून जमिनींत त्याचीं मुळें सुटलीं असतात. ह्या खोडाची एक फांदी जास्त वाढून जमीनीवर पसरत जाते व तीजपासून पुनः दुसरे जागीं मुळ्या फुटून तिचा एक रोपा तयार होतो. असल्या फांदीस धांवती फांदी Runner म्हणतात. स्ट्राबेरीचा रोपा प्रथम एक जरी असला, तरी अशारीतीनें धांवत्या फांदीपासून पुष्कळ रोपें तयार होतात. धांवत्या फांदीपाशीं मुख्य रोप्याचा संबंध तोडून टाकिला असता हीं तयार झालेलीं रोपें स्वतंत्रपणें आपला जीवनक्रम चालवूं शकतात.

कित्येक वनस्पतींचें खोड प्रथम जमिनीबाहेर हवेंत वाढून त्यास लांब फांद्या येतात. ह्या फांद्या हवेंत सरळ राहण्याची ताकत नसल्यामुळें जमिनीकडे वांकून जमिनीशीं चिकटतात व चिकटलेल्या जागीं मुळ्या सुटतात. मुळ्या जमिनींत रुजल्या असतां त्यापासून इतर रोपे तयार करितां येतात. जसें गुजबेरी, जाई, वगैरे.

लिंबू, गुलाब, जांभूळ, क्रोटन वगैरेमध्यें दाबाचीं कलमें करितात. म्हणजे त्याची एक फांदी जमिनींत वांकवून त्यावर माती टाकितात. फांदीचें अग्र नेहमींप्रमाणें हवेंत उघडें ठेवावें लागतें. जमीन ओली राहील अशी व्यवस्था केली असतां पुरलेल्या फांदीपासून मुळ्या फुटतात. मुळ्या चांगल्या रुजल्या म्हणजे मूळ फांदीचा संबंध तोडून टाकितात. ह्या रीतीनें पुष्कळ रोपे तयार करितां येतात. ह्या कलमांत जी फांदी जमिनींत वांकाविण्याची असते, त्यावरील एके जागीं अर्धा इंच जागेची साल काढून टाकितात. ह्या योगानें साल काढिलेल्या जागेंतून मुळ्या लवकर फुटतात. असल्या कलमास कित्येक लोक जडवे बांधणें म्हणतात.

जाईमध्यें नैसर्गिक दाबाचें कलम बनतें. फांदी वांकाविण्याची जरूरी नसून ती आपोआप जमिनीवर टेकून तेथून मुळ्या फुटतात. लिंबू वगैरे वनस्पतिमध्यें कृत्रिम कलमें करावीं लागतात. हाच काय तो दोहोंतील फरक.

घायपतीचा बुंधा थोडासा जमिनींत आडवा वाढून नंतर बाहेर हवेंत उभा वाढूं लागतो. पानें जमिनीवर वाढून त्यांचा गुच्छ बनतो. अशा प्रकारच्या फांद्या जमिनीवर पसरणाऱ्या तृणजातींतही आढळतात. जाईमध्यें खोड प्रथम जमिनीवर वाढून नंतर जमिनींत शिरतें पण घायपतीमध्यें तें जमिनींत वाढून नंतर हवेमध्यें वाढतें.

मूळ कोष्ठ Root stock:—कांस, मूंज, नागरमोथी, हळद, आलें, वगैरेमध्यें खोडें जमिनींत वाढून त्यांच्या फांद्या बाहेर हवेंत येतात. हें खोड जमिनींत असल्यामुळें, त्यास मुळ्या समजण्याचा संभव आहे, पण त्या मुळ्या नसून खरोखर खोडें आहेत. त्याजपासून फांद्या जमिनीबाहेर वाढतात; शिवाय खालीं जमिनींत निराळ्या मुळ्या सुटलेल्या असतात. कधीं कधीं त्यांचा वाढता कोंब जमिनींत आडवा पसरत जातो. संरक्षक पापुद्रे किंवा आवरणें कोंबावर येतात. पृष्ठभागावर पुष्कळ जागीं फांद्या असल्याविषयीं सूचक चिन्हें अगर खुणा आढळतात. असल्या खोडामध्यें पौष्टिक अन्न सांठविलें असून तें त्यास योग्यवेळीं उपयोगीं पडतें. असल्या खोडास 'मूळकोष्ठ' (Root stock, or Rhizome) हें नांव मूळाशीं असलेल्या सादृश्यामुळें पडलें आहे. तरवार, फर्न, सालोमनसील वगैरे वनस्पतींचीं खोडें ह्या वर्गामध्यें पडतात. फांद्या,

पानें, कळ्या वगैरे गोष्टीं खोड ठरविण्यास ज्या अवश्य पाहिजेत त्या सर्व येथें आढळतात. म्हणून जरी असलीं खोडें जमिनींत वाढतात, तथापि त्यांस मुळ्या न समजतां खरें बुंधे आहेत असें समजावें.

ग्रंथीकोष्ठः—(Tuber) बटाटे, गोराडू, हातिचक इत्यादिकांचें खोड दोन प्रकारचें असून एक जमिनींत व दुसरें हवेमध्यें वाढतें. बटाट्याचा रोपा मुळ्यांसहित उपटून पाहिला असतां असें आढळेल कीं, जमिनीबाहेर हिरवट रंगाचें खोड असून आंत गांठीसारखे भाग पांढऱ्या फांद्यांच्या अग्राजवळ वाढले असतात. प्रथम जमिनींमध्यें पांढरी फांदी थोडी वाढून तिचीं अग्रें सुजूं लागतात व वाढतां वाढतां त्यांचे वाटोळे गोळे बनतात, व हेच वाटोळे गोळे बटाटे होत. बटाट्यावर खोलगटजागेंत मुग्ध कळ्या अगर डोळे असून हे डोळे, बटाटे पेरिले असतां उगवतात. बटाट्याचीं रोपें बीं पेरून तयार न करितां हे बटाटे पेरून नेहमीं पीक काढण्याची वहिवाट आहे. बटाट्याच्या फांद्या स्वतंत्ररीतीनें अन्न मिळवेपर्यंत त्यांतील सांठविलेल्या अन्नावरच त्यास रहावें लागतें. मुळें निराळीं असलेलीं दृष्टीस पडतात. साधारण लोकांचा समज असा आहे कीं, बटाटे जमिनींत वाढणाऱ्या मोठ्या मुळ्या आहेत, पण त्यावर असणाऱ्या डोळ्यांचा विचार केला असतां हा समज चुकीचा ठरतो. गोराडू हातिचक्र वगैरे उदाहरणें ह्याच प्रकारचीं आहेत. अशा प्रकारच्या जमिनींतील गोळ्यासारख्या खोडास ‘ ग्रंथीकोष्ठ, (Tuber) असें म्हणतात.

सकंदकोष्ठः—(Corm) सुरण, आळवाचे गड्डे, घुंया किंवा बंदा वगैरेमध्यें खोड वरीलप्रमाणें जमिनींत वाढून चांगलें पोसतें. तसेंच हवेमध्यें वाढणारी निराळी, हिरवी फांदी असून, त्यावर पानें येतात. जमिनींत खोडावर प्रत्येकीं तीन किंवा चार उभे डोके वाढून त्यावर संरक्षक आवरणेंही येतात. बटाट्याप्रमाणें येथेंही अन्नाचा सांठा केलेला असून भाजीमध्यें ह्यांचा उपयोग होतो. खालील बाजूकडे मुळ्या असतात. अशा प्रकारच्या खोडास ‘ सकंदकोष्ठ ’ (Corm) म्हणतात. क्रोकस, ग्लॅडिओलस् वगैरे उदाहरणें ह्या सदराखालीं येतात.

कंदः—(Bulb) कांदे, लसूण, केळीं, चवेळी वगैरेमध्यें बुंधा कोठें आहे, हें प्रथम समजत नाहीं. तो मध्यभागीं असून त्यावर पानांचीं आवरणें गुंडाळलेलीं असतात. आवरणें व पानें सोडवून टाकिलीं असतां आंतील बुंधा दृष्टीस पडतो,

खालचे भागीं तंतूमय मुळें असतात. पानांचें जाड बुडांमध्यें कांहीं पौष्टिक अन्न सांठविलें असतें. जसें लसणीच्या कांड्या, कांद्याच्या पांढऱ्या जाड पात्या इत्यादि पानांचे पोटीं कळ्या असतात व त्यापासून निराळीं रोपें तयार होतात अशा खोडास 'कंद' (Bulb) म्हणतात.

येथें एक विशेष गोष्ट लक्षांत ठेवावी कीं, सकंदकोष्ठ (Corm) अगर कंद (Bulb) हीं केवळ एकदलधान्य वनस्पतिमध्यें आढळतात. द्विदलधान्य वनस्पतिमध्यें असलीं खोडें विरळा असतात.

कंदकः—(Bulbil) घायपातीचा एक मुख्य सोंट वाढून त्यावर फुलें येतात. तीं फुलें पक्व होऊन गळून जातात. फुलांच्या देंटावर निराळ्या कळ्या उत्पन्न होऊन त्यांची लहान रोपटीं झाडावरच तयार होतात हीं रोपटीं खालीं पडलीं असतां त्यापासून मुळ्या जमीनींत शिरून स्वतंत्र घायपातीचीं झाडें तयार होतात. शेताच्या कुंपणाभोंवती घायपात लावण्याकरितां हीं तयार असलेलीं रोपटीं लावावीत. ह्याचीं झाडें, बीजें पेरून उत्पन्न होण्यास वेळ लागतो. शिवाय बीजें फारसी तयार होत नाहीं म्हणूनच सृष्टिदेवतेनें आयती रोपटी झाडावर तयार केलीं असतात. ह्या रोपस्यास 'कंदक' (Bulbil) हें नांव कंद सादृश्यामुळें दिलें आहे. विशेषेंकरून हीं कंदकें एकदलधान्यवनस्पतिमध्यें असतात.

पर्णकोष्ठ—(Phylloclade) वास्तविक बुंधा अगर फांदी असून त्यांचें स्वरूप बदलल्यामुळें ते दुसरे प्रकार आहेत, असे वाटण्याचा संभव असतो. जसे, निवडुंगाचीं हिरवीं मोठीं पानें. हीं जाडपानें खरोखर पानें नाहींत तर तीं शास्त्रीयदृष्ट्या पानासारख्या फांद्या आहेत त्यावर कोंवळ्या स्थितींत येणारीं लहान पानें तसेंच कांटें व लाल तांबडीं बोंडें ह्यावरून खात्री पटते कीं; तीं पानें नसून त्या फांद्या आहेत. केवळ पानांवर अशा प्रकारचीं फळें वगैरे कधीं येत नाहींत. ही गोष्ट खरी कीं, पानाप्रमाणें ह्या जाड भागांमध्यें हिरवा रंग पूर्ण वाढतो व त्यामुळेंच तीं पानें आहेत असें वाटतें. सृष्टिदेवतेनें त्या जाड-भागांत हरिद्वर्ण पदार्थ (Chlorophyll) उत्पन्न करून पानाची सोय केली असते. वास्तविक नेहमीं पानांत हरिद्वर्ण पदार्थ असतो. पण येथें पातें लवकर गळून गेल्यामुळें ही तजवीज करणें भाग पडतें, जर हरिद्वर्ण पदार्थ त्या भागांत उत्पन्न केला नसता तर हवेंतून कार्बन आम्ल शोषून घेण्यास पंचाईत पडली असती. कार्बन आम्लवायू शोषण्यास ह्या हरिद्वर्ण पदार्थाची अवश्य जरूरी

असते. म्हणूनच पानाचे ऐवजीं ह्या जाड भागांत तो रंग उत्पन्न करून त्याकडून पानाचें काम करून घेणें अवश्य झालें. ह्याच प्रकारचीं बागेमध्यें शोभेकरितां लाविलेली झिलोफोलिया नांवाचीं रोपें आहेत. येथेंही फांद्या पानाप्रमाणें पातळ व रुंद असतात. खरीं पानें फांद्यांचे किनाऱ्यावर असून त्याच ठिकाणीं फुलांच्या कळ्या अगर फळें येतात.

रसकस—(Ruscus) नांवाची ह्या प्रकारचीच एक वनस्पती आहे. येथें साधारण लोकांस जीं पानें वाटतात तीं खरीं नसून पानासारख्या फांद्या आहेत. ह्या पानाच्या मध्यशिरेवर मध्यभागीं एक कळी येते. ही कळी पुढें वाढून त्यावर फुलें येतात. ह्या कळीमुळें तीं खरीं पानें नाहींत ह्याची साक्ष पटते. शिवाय खरीं पानें पापुद्र्यासारखीं अपूर्ण स्थितींत वरील हिरव्या भागाचे बुडीं येतात. ॲस्पॅरॅगसमध्यें अशा प्रकारचीं पानें आढळतात. असल्या पानाप्रमाणें दिसणाऱ्या फांदीस ' पर्णकोष्ठ ' (Phylloclade) म्हणतात.

कंटककोष्ठ—(Thorn) लिंबू, बेल, ग्लेडिटसूचिया वगैरेमध्यें पानाचे पोटीं कळीचे जागीं एक जाड कांटा वाढतो. हा कांटा ज्या अर्थी कळीचे जागीं आला असतो, त्या अर्थी तो कळी अथवा अन्य स्वरूप प्राप्त झालेला सुगारा असला पाहिजे. कधीं कधीं कांटा जास्त वाढून दुसरे लहान कांटे अगर लहान लहान पानें त्यावर येतात. एवढेंच नव्हे तर फुलें व फळेंही त्यावर येतात. तेव्हां हे कांटे म्हणजे एक प्रकारच्या फांद्या होत. अशा खोडांस अगर फांद्यास ' कंटककोष्ठ ' (Thorn) म्हणतात.

कंटककोष्ठ (Thorn), कंटकपर्ण (Spine) व त्वक्कंटक (Prickle) ह्या तिन्हीमध्यें पुष्कळ फरक आहे. कंटककोष्ट हें खोड अथवा फांदी आहे. कंटकपर्ण हें एकप्रकारचें कांटेरी पान असतें. तसेंच त्वक्कंटक हें बाह्य त्वचेपासून (Epidermis) कठीण, अणकुचिदार झालेले भाग आहेत. जसें गुलाबावरील कांटे इत्यादि. हे कांटे झाडून टाकिले असतां गळून जातात. त्यांचा उगम खोल नसून बाह्य असतो.

सूत्रकोष्ठ—(Tendril) कृष्णकमळावरील पानाचे पोटीं सूत्रें अगर धागे येऊन ते त्यास वर चढण्यास उपयोगी पडतात. कळीचे जागीं असले धागे असल्यामुळें त्यास फांद्या समजणें योग्य आहे. भोंपळे, द्राक्षें वगैरे झाडामध्यें असले धागे येतात. ह्या धाग्यास ' सूत्रकोष्ठ ' (Tendril) म्हणतात.

येथें एवढें सांगणें भाग आहे कीं, सूत्रकोष्ठ केवळ ह्याच प्रकारचे असतात असें नाहीं. ते पानांसारखे अथवा पत्रांसारखे असतात. जसें, वाटाणें वगैरे. तसेंच ते पानांचीं उपांगें बनतात. जसें, स्मायलॅक्स. म्हणून धाग्याचें उगमस्थान लक्ष्यांत घेऊन ते सूत्रकोष्ठ, अथवा पर्णकोष्ट किंवा त्यांचें उपांग आहे हें ठरवावें. सर्व ठिकाणीं त्यांचा उपयोग सारखाच होतो. सूत्रें येणाऱ्या वनस्पती बहुतकरून निर्बल वेल असतात. त्यास दुसऱ्याचा आश्रय घेऊन वर चढावयाचें असतें व हीं सूत्रें त्या कामीं उपयोगीं पडावीत अशी नैसर्गिक तजवीज असते.

पाणवनस्पती:—पाण्यांत वाढणाऱ्या वनस्पतींचे खोड टणक अगर कठीण नसतें. बुंध्यांत काष्ठ (Wood) अथवा काष्ठतंतू (Wood fibres) फारसे वाढत नाहींत. बुंध्यामध्यें वायूयुक्त नळ्या (Air canals) पुष्कळ असल्या कारणानें वनस्पतीचें शरीर हलकें व पाण्यावर तरण्याजोगें होतें. कमळाचा बुंधा चिखलांत रुतून तेथेंच त्याच्या मुळ्या सुटतात. बुंध्यापासून लांब दांडी निघून पानें पाण्याचे वरचे भागावर पसरतात. व्हॅलिसिनेरिया वनस्पतींत बुंधा चिखलांत वाढून पानें पाण्यामधून उभीं सरळ वाढतात. कित्येक वनस्पतींत खोड पाण्याचे पृष्ठभागावर तरंगत राहतें, व पाणी वाहतें असलें तर त्याबरोबर तें वाहत राहतें. जसें, शैवाल तंतू (Spirogyra).

शिंगाडा, पाणवनस्पती आहे. ह्याची लागवड उत्तर हिंदुस्थानांत पुष्कळ ठिकाणीं पाणथळ जागेंत, अगर तलावांत करितात मुंबई, ठाणे वगैरे ठिकाणच्या पुष्कळ लोकांनीं ह्याचें खोड चिखलांत कसें रुजतें, जागजागीं मुळ्या कशा सुटतात, फुलें कशीं येतात, वगैरे पाहिलेंच असेल.

जमिनीवर पसरत जाणारीं व पाण्यांत सरळ वाढणारीं खोडें, हीं दोन्हीं सारखीं आहेत, असें म्हटल्यास हरकत नाहीं. जमिनीवर पसरलेल्या फांदीवर जागजागीं कांड्यांतून मुळें सुटतात व वरील बाजूस पानें येतात. त्याचप्रमाणें पाण्यांतील वाढत्या फांदीवर कांड्यांपासून मुळ्या सुटतात, व वरील बाजूस पानें यतात. फक्त दोन्हींमधील फरक म्हणजे एकाचें वाढण्याचें स्थान पाणी व दुसऱ्याचें स्थान जमीन. पाणी आटूं लागलें असतां पाणवनस्पती बुडाकडे चिखलावर पसरत जातात, व पुढें पाणी नाहींसें झालें म्हणजे त्या पाण्यांतील वनस्पती व जमिनीवर पसरणाऱ्या वनस्पती ह्या दोहोंत अंतर दिसत नाहीं.

प्रकरण ६ वें.

पर्ण. Leaf.

उत्पत्तीः—बीज रुजलें असतां ज्या एक किंवा दोन डालिंबी दृष्टीस पडतात, त्या बीजस्थितींमधील पानें अगर बीजदलें होत. कित्येकवेळां त्या डाळिंब्या मोठ्या वाढून हिरव्या रंगाच्या होतात. जसें-एरंडी, भोपळा, वगैरे. अशा ठिकाणीं बीजदलें हींच रोप्यावरील पहिलीं पानें होत.

महत्त्वः—वनस्पतिचरित्रांत पानें मोठ्या महत्त्वाचीं आहेत. पानाशिवाय पुष्कळ वनस्पतींना हवेंतून कार्बन आम्ल शोषून घेतां येणार नाहीं, व कार्बन आम्लाचे विघटीकरण होऊन कार्बन संस्थापन होणें वनस्पति पोषणास अवश्य असतें. म्हणूनच वनस्पति आयुष्यक्रमांत पानाचें एवढें महत्त्व असतें.

खोडावर दोन प्रकारचीं उपांगें असतात. पैकीं कांहीं सादृश असून कांहीं असादृश आहेत. सादृश उपांगें म्हणजे खोडावरील फांद्या व असादृश उपांगें हीं खोडावर येणारीं हिरवीं पानें होत.

खोडावरील ज्या भागापासून पानें निघतात त्यास कांडें (Node) अशी संज्ञा आहे, व दोन कांड्यांमधील भागास 'अंतरकांडें' (Inter-node) अगर पेर म्हणतात. प्रत्येक पानास बूंड, अग्र, दोन बाजू, तसेंच कडा असतात. साधारणपणें पानास दोन पृष्ठभाग असतात. पण कांहीं पानांत ह्यास अपवाद आढळतो. कारण त्या पानाचे किनारे जमिनीकडे किंवा आकाशाकडे वळलेले असतात, म्हणून असल्या पानास वरचा पृष्ठभाग अगर अधः पृष्ठभाग नसतो. जसें, युकॅलिप्टस्.

कळीः—पानाचे पोटांत (Axil) नेहमीं एक कळी अगर मुगारा असतो असा साधारण नियम आहे. पुष्कळ वेळां मुगारे अगर कळ्या कमी अधिक आल्यामुळें त्यांची जागा बदलते.

पानें कधीं कधीं उमलल्याबरोबर गळून पडतात, व कधीं पुष्कळ दिवस राहतात. कांहीं पानें एक ऋतूपर्यंत टिकतात, व पुढें गळूं लागतात; व कांहीं

पुष्कळ दिवस टिकल्यामुळें वनस्पती नेहमीं हिरवीगार राहते. म्हणजे पानांचा नियम सार्वत्रिक सारखा आहे असें नाहीं. झाडांच्या गुणधर्मावर, तसेंच त्यांच्या परिस्थितीवर पानें राहणें अगर गळून जाणें अवलंबून असतें. खरोखर वनस्पतींचा जातिस्वभाव ह्या ठिकाणीं प्रधान असतो.

स्वरूपः—कळीमध्यें पानें एकवटून संकुचित स्थितींत असतात. जशीं जशीं कळी उमलूं लागते, तशीं तशीं पानें खालीं सुटूं लागतात. नवीन पानांचा भरणा आपोआप आंतून तयार होत असतो. पानांची वाढ प्रथम अग्राकडे दृष्टीस पडते. नंतर पानांचें बूड वाढतें. वाढतां वाढतां पानास कायमचें स्वरूप प्राप्त होतें.

भागः—पानाचे मुख्य तीन भाग आहेत. [१] बूड. [२] देंठ. (Petiole) व [३] पत्र (Lamina) ह्या तिन्ही भागांमध्यें महत्त्वाचा भाग म्हणजे पत्र होय. ह्याचीच वाढ विशेषेंकरून जास्त होते. कधीं कधीं पत्रास फांद्या येऊन त्यावर उपपत्रें येतात.

पानाचें बूडः—खोडावर अथवा फांदीवर ज्या ठिकाणीं पान चिकटतें त्या पानाच्या भागास बूड समजावें. कांहीं पानांत हा भाग चांगला स्पष्ट असून त्या ठिकाणीं थोडा फुगवटा. (Pulvinus) आला असतो. जसें, आंबा, बाहवा, वगैरे. कांहीं ठिकाणीं हा फुगवटा न वाढतां, पानाचें बूड म्यानासारखें वाढून खोडासभोंवती गुंडाळतें. तृणधान्यवनस्पतीमध्यें ह्या प्रकारचीं पानें नेहमीं आढळतात. जसें ऊंस, गहूं, बाजरी, वांबू वगैरे. सुपारी किंवा ट्रॅडेस्कॅनसिया वनस्पतीमध्यें पानाचें बूड खोडाभोंवती गुंडाळलेलें असून तृण धान्य वनस्पतीमधील पानाप्रमाणें सोडवितां येत नाहीं. बुडाची जणूं एक नळी बनली असून त्यांतून खोड वाढला आहे असें वाटते. बालकंद म्हणून एक हिरवळ तंबाकू सारखा लहान रोपा आहे. त्यामध्यें पानांचे बुडापासून दोन शेपट्या खोडावर चिकटून जातात. बालकंदाप्रमाणें थिसल नांवाच्या कांटेऱ्या वनस्पतींत ह्याच प्रकारें पानाचें बूड असतें.

उपपर्णें (Stipules:)—पानांचे बुडाशीं कधीं कधीं एक अथवा दोन उपांगें आढळतात. उपांगांत पानांप्रमाणें हरितवर्ण पदार्थ असतो. पानांच्या उपांगांस ' उपपर्णें ' (Stipules,) म्हणतात. सिसम, मसूर, हरभरे वगैरेमध्यें

उपपर्णें लहान असून फार दिवस पानांचे बुडीं राहत नाहींत. लाख, वाटाणें वगैरेमध्यें उपपर्णें मोठीं असल्यामुळें तीं मुख्य पानें अगर पत्रें आहेत असा चुकीचा समज होण्याचा संभव आहे. गुलाबांत, पानांचे बुडीं तीं दोन्ही बाजूंस चिकटलेलीं असतात. वुइलो, छतावर, तगर वगैरेमध्यें पानांचे देंठावर उपपर्णें येतात. कुट्टू (Buckwheat) नांवाची वनस्पति उत्तर-हिंदुस्थानांत पुष्कळ ठिकाणीं आढळते. तिच्या फळांतील बीजें दळून त्या पिठाचा उपयोग भाविक लोक एकादशीचे दिवशीं अगर उपवासाचे दिवशीं करितात. येथें पानांचे बुडाशीं उपपर्णें वाढून देंठाभोंवती गुंडाळतात. ह्या उपपर्णांत हरित्वर्ण पदार्थ (Chlorophyll) नसतो. अशा प्रकारचीं खोडाभोंवतीं गुंडाळलेलीं उपपर्णें रेवाचिनीमध्यें आढळतात. बाभूळ, वाघाटी, इंगाडारसिस् वगैरेमध्यें कांटेरी उपपर्णें असतात. मंजिष्ठ, कॉफी, आयक्झोरा वगैरेमध्यें पानें समोरासमोर असून उपपर्णें पानांचे पोटाकडील बाजूस येतात. दोन्हीं उपपर्णें एकमेकांस चिकटून, एकच उपपर्ण आहे असें वाटतें. स्मायलॅक्समध्यें उपपर्णें लांब सुतासारखीं असून, त्यांचा दोरीप्रमाणें वेलास वर चढण्यास उपयोग होतो. सोनचांफा, अंजीर, वड, पिंपळ इत्यादि झाडांमध्यें उपपर्णांचा उपयोग कळ्यांभोंवती संरक्षक आवरणासारखा होतो.

पानें चांगलीं फुटलीं म्हणजे कांहीं उपपर्णें गळूं लागतात. तसेंच कांहीं पानांबरोबर पुष्कळ दिवस टिकतात. जसें गुलाब, बेरी, स्ट्रॉबेरी, वाटाणे वगैरे. उपपर्णें एकदल धान्य वनस्पतींमध्यें कधीं आढळत नाहींत. विशेषेंकरून द्विदलधान्य वनस्पतींमध्यें पानांचे बुडाशीं तीं आढळतात. विशिष्ट वनस्पतींमध्यें तीं विशिष्ट रीतीनें उपयोगीं पडतात ही गोष्ट खरी; तथापि त्यांचा सार्वत्रिक उपयोग आहे असें म्हणतां येणार नाहीं.

देंठः—सर्वच झाडांच्या पानांस देंठ असत नाहीं, पण आंबा, फणस, उंबर, पिंपळ वगैरेमध्यें तो असतो. साधारणपणें देंठाचा आकार वाटोळा असतो. ऊंस, वेळू, दूर्वा वगैरे तृणवनस्पतींत देंठाचा आकार तरवारीच्या म्यानासारखा असून तो खोडाभोंवतीं गुंडाळतो. म्हणजे येथें पानाचें बूड व देंठ दोन्ही म्यानासारखीं होतात. जेथून खरें पत्र सुरू होतें, त्या ठिकाणीं पातळ माशीच्या पंखाप्रमाणें पांढरा पापुद्रा असून त्यावर कधीं कधीं केंस येतात. लिंबू, नारिंग, चकोत्रा वगैरे पानांच्या देंठावर दोन्ही बाजूंस दोन पक्ष वाढतात. कांहीं अकॅशिमामध्यें

देंठाची वाढ जास्त होऊन वर वाढणारीं पत्रें अगदीं नामशेष होतात. अशा ठिकाणीं पत्राचीं कामें देंठास करावीं लागतात. कांहीं मांसाहारी वनस्पतींमध्यें पानांचा देंट सुरईसारखा मोठा वाढतो, पण मुख्य पान अगर पत्र फारसें वाढत नाहीं. सुरईच्या तोंडावर एक झांकणही असतें. असल्या वनस्पतीचें भक्ष्य किडा, मुंगी अथवा फुलपाखरूं असतें. तें चुकून सुरईत गेले असतां तेथें असणाऱ्या रसांत गुटमळून मरण पावतें, व पुढें त्या रसांत तें विरघळून शरीरांत एकजीव होतें. तें भक्ष्य सुरईत अडकल्यावर तोंडावर झांकण बसतें, त्यामुळें त्यास बाहेर सुटून जाण्यास मार्ग मुळींच उरत नाहीं.

पान अगर पत्रः—(Lamina) पानांचा मुख्य भाग म्हणजे पत्र होय. पत्रांत देंठापासून मध्यशीर शेंड्यापर्यंत सरळ जाते. मध्यशिरेपासून पुष्कळ पोट-शिरा निघून किनाऱ्याकडे जातात. कित्येक वेळां एका मध्यशिरेऐवजीं अधिक मध्यशिरा आढळतात, व प्रत्येकीपासून पूर्वींप्रमाणें पोटशिरा निघतात. ह्या सर्व शिरा मिळून पानांचा सांगाडा तयार होतो. शिरा एकमेकांत गुंतल्यामुळें त्यांचें जाळें बनतें. कॉस्टिक पोटॅशमध्यें पानें शिजवून हळू हळू बोटानें थंड पाण्यांत त्यावरचा बलक सोडविला असतां केवळ सांगाडा दृष्टीस पडेल. अगर पावसाळ्यानंतर झाडाखालून पानें कुजून एखादे वेळीं आयते तयार झालेले सांगाडे सांपडतात. सांगाडे निरनिराळ्या आकाराचे असून साधे अगर संयुक्त असतात.

शिराः—पत्राचा आकार कधीं साधा असतो अथवा पुष्कळ लहान लहान सांगाडे एके ठिकाणीं मिळून त्यांस संयुक्त आकार येतो. शिरांच्या रचनेप्रमाणें पत्रास आकार येतो. जसें खोडावर फांद्यांची कांहीं विशिष्ट रचना आढळते, तद्वत् पत्रांतील शिरांची विशिष्ट मांडणी असून त्या मांडणीप्रमाणें पत्रास निर निराळें स्वरूप प्राप्त होतें. आंब्यांच्या पत्रांत देंठापासून मध्यशीर सरळ शेंड्या-पर्यंत जातें. मध्यशिरेपासून बाजूस पुष्कळ शिरा निघून एकमेकांत गुंततात व त्यामुळें पानांचा एकाकी साधा सांगाडा तयार होतो, म्हणून तें पान साधें असतें. बेलांचे पानांत तीन लहान देंठ असून प्रत्येक दलाचा सांगाडा मुख्य शिरेवर चिकटून राहतो, व त्याचें स्वरूप आंब्याप्रमाणें साधें न राहतां संयुक्त होतें. सारांश शिरांची मांडणी निरनिराळी असून त्याप्रमाणें पानांस वेगवेगळे

आकार प्राप्त होतात. सांगाडे साधे तर पानें साधीं, सांगाडे संयुक्त तर पानें संयुक्त, हें तत्त्व नेहमीं लक्षांत ठेवावें.

आंबा, फणस, तुळस, उंस वगैरेमध्यें पानें साधीं (Simple) असून गुलाब, वाटाणा, शेवरी, बेल, उडीद, मूग वगैरेमध्यें पानें संयुक्त (Compound) असतात. कित्येक वेळां संयुक्त पानांमध्यें पत्राच्या जोड्या असल्यामुळें त्यास जोडीदार पानें (Pinnate) म्हणतात. जसें बाभूळ, बाहवा, निंब, वगैरे. शेवर किंवा टॅपिओकामध्यें पानें संयुक्त असून जोडीदार असत नाहींत. त्यांचीं पत्रें वाटोळीं चिकटल्यामुळें त्यास हस्तसादृश्य आकार येतो. साध्या पानांत सुद्धां पुष्कळ मुख्य शिरा देंठापासून वाढून त्यांचा सांगाडा हातासारखा बनतो. एरंडी, कापूस, अंबाडी वगैरेमध्यें पानें साधीं असून पानांस एकाकी जोडीदार आकार येतो.

असो. पानांच्या विचारांत आकार, अग्रें, बाजू अगर कडा व पृष्ठभाग वगैरे गोष्टींचें वर्णन येणें भाग आहे. पानें साधीं अगर संयुक्त, जोडीदार अथवा हस्त॰ सादृश्य वगैरे बाबींचा विचार झाला पाहिजे. पानांच्या शिराविषयीं भेद, समांतर किंवा जाळीदार, ह्यांपैकीं कोणत्या प्रकारचीं पानें एकदल तसेंच द्विदल धान्यवनस्पतींमध्यें आढळतात, पानांचीं खोडावरील मांडणी, त्यापासून होणारे फायदे, पानांचीं अन्य स्वरूपें, पानांचीं आवरणें, वगैरे प्रत्येक गोष्टीचा निर्देश झाला पाहिजे. इतक्या बाह्य गोष्टींचा विचार झाल्यावर नंतर पानांची अंतर–रचना, त्यांपासून रोज घडणारीं कार्यें, पानांची जीवनचरित्रांतील महती वगैरेकडे आपलें लक्ष्य द्यावें लागेल. आतां आपणही क्रमाक्रमानें एका एका गोष्टींचा या ठिकाणीं विचार करूं.

आकार—साध्या पानांचे आकार पुष्कळ प्रकारचे आढळतात. आळवाचा देंठ अगर नॅस्टरसियमचा देंठ, पत्राच्या मध्यभागीं चिकटल्यामुळें त्यास ढालीसारखा आकार येतो. कित्येक वेळां मध्यशिरेच्या दोन्ही बाजूंस पत्राची वाढ सारखी होत नाहीं. जसें बकाणा लिंब. दर्भामध्यें पत्राच्या बुडाची तसेंच अग्राजवळील रुंदी सारखी असते. बांबू, वेत, केवडा, कण्हेर वगैरे मध्यें पानें मध्यभागीं रुंद असून दोन्ही टोंकास निमूळतीं असतात. त्यामुळें त्यास भाल्यासारखा आकार येतो. वडाचें पान लांबट असून बुडाशीं तसेंच शेंड्याशीं सारख्या

रुंदीचें असतें. पिंपळ, तुती वगैरेमध्यें पानें बुडाशीं रुंद असून शेंड्याकडे निमूळतीं असतात. फणसामध्यें पानांस चमच्यासारखा आकार असतो. उतरण, गुळवेल, समुद्रशोक, भोंपळा वगैरेचीं पानें पत्त्यांतील लालबदामाच्या आकाराचीं असतात. आंबोशीमध्यें तीन पत्रें असून प्रत्येक पत्राचा उलट्या लालबदामाप्रमाणें आकार असतो. म्हणजे टोंकाकडे खोलगट असून बुडाकडे निमूळतें पत्र असतें. चांदव्याचीं पानें अर्धचंद्राकृति असतात. बनवारीचीं पानें बाण लावून सज्ज केलेल्या तिरकमट्याप्रमाणें दिसतात. ब्रम्हीमध्यें पानें मूत्रपिंडाकृति असतात. सिरस, मुळे वगैरेमध्यें पानें विणाकृति असतात. विण्याचा मोठा भाग शेंड्याकडे असून खालीं विण्यावरील खुंट्यांवजा लहान पत्रें असतात. कृष्णकमळ एरंडी वगैरेचीं पानें हस्तसदृश असतात असें पूर्वीं आलेंच आहे. अशा प्रकारें पानांचे आकार नानातऱ्हेचे असतात.

कडा—(Margin) फणस, रुई, मांदार, तुळस, वगैरेमध्यें पानांच्या कडा सारख्या असतात. कित्येक पानांत कडा करवतीच्या दात्याप्रमाणें अणकुचीदार असतात. जसें केवडा, अॅकॅलिफा, वगैरे. घायपातीच्या पानांत करवतीप्रमाणें कडा असून दाते उलटे व सुलटे असतात. मुद्रा, अजेरटम् वगैरेमध्यें पानांच्या कड्यावर वांटोळें दाते असतात. हे दाते बोचण्याची भीति नसते. पाथरीच्या कडा पाण्याच्या लाटेप्रमाणें आंत बाहेर आलेल्या असतात. पिंवळा धोत्रा, हॉली वगैरेमध्यें कडा कांटेरीं असतात.

अग्र—(Apex) पत्रांचीं अग्रें वेगवेगळीं असतात. मोहरींत पानाचीं अग्रें वांटोळीं असतात. देवनळ, वेळू, ऊंस, आंबा वगैरेमध्यें तीं अणकुचिदार असतात. तुती, न्हिया, पिंपळ, वगैरेमध्यें अग्रें हळूहळू निमूळती होत जातात. कांचन, कचनार, आपटा, त्रिधारी निवडुंग वगैरेमध्यें अग्रावर खोलगटा असतो. घायपात, रुलिया, केवडा वगैरेमध्यें शेंडा दाभणासारखा बोंचक कठीण असतो. तीळ, भुयमूग वगैरेमध्यें पत्रें शेंड्याकडे वाटोळीं असून त्यावर मध्यभागीं थोडासा उंचवटा असतो.

पृष्ठभागः—कांहीं पानांचे पृष्ठभाग खरखरीत व कांहींचे मऊ असतात. भोपळा, फाळसा, सागवान, ऊस वगैरेमध्यें पानें खरखरीत असतात. कर्दळ, केळी, गुलछबू, नागवेल वगैरेमध्यें पानें मऊ गुळगुळीत असतात. वेत, जंगली-

वांगी, वगैरेचीं पानें कांटेरी असतात. मखमल, समुद्रशोक, बाळकंद वगैरे पानावर लुसलुसीत मऊ लव येते. विलायती शेर, रासन, युकॅलिपूटस, कोभी वगैरे पानें चामड्यासारखीं असतात. बिगोनीया, पानाचा ओवा, पानफुटी वगैरेचीं पानें मांसल असतात.

वर्णः—पानांचे रंग नानाप्रकारचे आढळतात. नेहमींचा रंग हिरवा असतो. हा रंग पानामध्यें असणें अवश्य असतें. कोवळीं पानें तांबूस रंगाचीं असून पिकलीं म्हणजे तीं पिवळट फिक्या रंगाचीं होतात. झाडें दुसऱ्या वृक्षाच्या सांवलींत वाढू लागलीं असतां सूर्य प्रकाश न मिळाल्यामुळें तीं पिंवळी रोगट दिसूं लागतात. क्रोटन्, अकॅलिफा, ट्रेडेस्कॅन्शीया, अरॉयडी वगैरेचीं पानें तांबड्या पिंवळ्या टिपक्याचीं असतात. शोभेसाठीं बागेंत हीं झाडें लावितात. तांबड्या भाज्या, रामदाणा, कॉक्सकांब, वगैरेमध्यें पानें लाल असतात. केवळ रंगावरून साधें अगर संयुक्त पान ओळखणें कठीण आहे. हे रंग दोन्ही प्रकारच्या पानांत असतात.

भेदः—साधीं पानें व संयुक्त पानें ओळखण्यास फारसें कठीण पडूं नये; पण कांहीं ठिकाणीं साध्या पानासारखीं संयुक्तपानें असल्यामुळें ओळखण्यास कठीण असतें. जसें लिंबू, महाळुंग, चकोत्रा, वगैरेमध्यें पानें दिसण्यांत साधीं असतात; पण वास्तविक तीं साधीं नसून संयुक्त असतात. संयुक्त पानांत एकापेक्षां अधीक सांधे असतात, व त्या सांध्यावरून त्याची संयुकता व्यक्त होते. महाळुंगाच्या पानास दोन सांधे असतात. एक सांधा जेथें पान सुरू होतें त्या ठिकाणीं असतो, व दुसरा सांधा देंठ पत्रास चिकटलें असतें त्या जागीं असतो. साध्या पानास देंठाचे जागीं सांधा नसून देंठापासून सरळ मध्यशीर वाढली असते. आतां संयुक्तपानांचीं पत्रें व साधीं पानें ह्यांत अंतर कोणतें असा प्रश्न विचारिला असतां पानांची व्याख्या पुनः सांगणें भाग पडेल. पानांच्या व्याख्येंत ह्याविषयीं पूर्ण भेद सांगितला असतो. खोडावरील हिरव्या रंगाची पसरती असादृश्य उपांगें म्हणजे पानें होत; व पानांचें पोटीं कळी असणें अवश्य आहे. वाटाण्याचीं पानें संयुक्त कां, व आंब्यांचीं पानें साधीं कां ?–वाटाण्याच्या पानास लहान लहान पत्रें असतात व आंबाच्या पानास एकच पत्र असतें. शिवाय पत्राचें पोटीं कळी नसून मुख्य पानाचें पोटीं कळी असते, ही गोष्ट

पूर्णपणें लक्ष्यांत ठेविली असतां सहसा संयुक्त पानांचीं मोठीं पत्रें व साधीं पानें ह्यांतील फरक तात्काळ कळतो. बाहव्याचे पानांत पुष्कळ मोठीं हिरवीगार पत्रें असतात व प्रत्येक पत्रास स्वतंत्र पान समजण्याचा संभव असतो. पण वरील कळीसंबंधीं खूण ताडून पाहिली म्हणजे पानाचीं पत्रें तसेंच पानें हें लवकर लक्ष्यांत येतें.

जोडीदार संयुक्त पानें:—(Pinnately compound leaves) बाभूळ, बाहवा, वाटाणे, शिरस, निंब, वगैरेमध्यें जोडीदार संयुक्त पानें आढळतात. कित्येक वेळां जोड्याचे शेवटीं एकच पत्र मोकळें राहतें. जसें:—बकाणा. कांहीं पानांत सारख्या जोड्या असतात. जसें, लाजाळू, शमी, आवळा, इत्यादि. आवळ्याचीं पानें द्विसंयुक्त असतात. म्हणजे येथील पत्रेंही जोडीदार असतात. गाजर, शोपा, धने, कॉसूमॉस्, शेवगा, वगैरे पानें त्रिसंयुक्त आढळतात. विलायती बाभळीचीं पानें दोन जोड्यांचीं व वाल, उडीद, बेल, क्लोव्हर वगैरे मधील पानें त्रिदली असतात. कधीं कधीं चार पत्रें असल्यामुळें चौपाती नांवाची वनस्पति पाहण्यांत येते.

संयुक्त हस्तसदृश पानें (Palmately Compound leaves)–एका देंठापासून पुष्कळ पत्रें जेव्हां हस्तसादृश्यानें वर्तुलाकृतींत येतात, तेव्हां त्या संयुक्त पानास संयुक्त हस्तसादृश पानें म्हणतात. जसें, गोरखचिंच, शेवरी वगैरे.

शिरांची मांडणी (Venation)—पांढऱ्या चाफ्याचें पान उन्हांत समोर धरिलें असतां शिरांची सरळ मांडणी सहज दिसते. जोडीदार शिरा मुख्य मध्य शिरेपासून निघून पुढें पोटशिरा जास्त वाढून एकमेकांत गुंततात. बाहव्याच्या पानांचें ह्या प्रकारें निरीक्षण केलें असतां देंठापासून सरळ वाढणाऱ्या मध्यशिरेवर बाजूस पुष्कळ पत्रें आल्यामुळें पत्रागणिक एक एक लहान मध्यशीर उत्पन्न होते. जेथें जेथें मुख्य मध्यशिरेपासून इतर पोटमध्यशिरांचा उगम असतो, तेथें तेथें पान संयुक्त असतें व उलटपक्षीं जेथें जेथें मध्यशीर एकच असून पोटमध्यशिरा नसतात, तेथें तेथें पान साधें असतें. म्हणूनच चाफ्याचें पान साधें व बाहव्याचें पान संयुक्त असें समजण्यांत येतें. गव्हांचे पानांत शिरा समांतर रेषेंत आढळतात. वेळू, गुलछबू, तरवार, ऊंस वगैरे मध्यें शिरा समांतर जातीच्या असून वर्तुलाकृति येतात. आंबा, चांफा, वड,

पिंपळ वगैरेमध्यें शिरा पक्ष्याच्या पंखाप्रमाणें मुख्य मध्यशिरेपासून बाजूला पिसाप्रमाणें येतात. भोपळा, कारली, कापूस, एरंडी वगैरेमध्यें शिरा हस्तसादृश जाळीदार असतात. समांतर शिरेचें पान, त्या दिशेंत फाडिलें असतां सरळ फाटत जातें; पण जाळीदार शिरांचें कोणतेंही पान सरळ फाटत नाहीं. शिवाय फाडण्यास जरा कठीण पडतें. ह्याचें कारण जाळी तुटण्यास त्रास होतो व ती जाळी जागजागीं गुंतलेली असते.

जाळीदार शिरांच्या दोन मुख्य जाती आहेतः—पंखाकृती अथवा जोडीदार (Feather shaped or Pinnate). २ हस्ताकृती अगर वाटोळ्या पसरणाऱ्या (Palmate). पहिल्याचीं उदाहरणें आंबा, वड, फणस, पिंपळ, वगैरे वर दिलींच आहेत; व कारलीं, दोडके, एरंड्या, कापूस वगैरे उदाहरणें दुसऱ्या-पैकीं आहेत. समांतर शिरांचेही मुख्य दोन भेद आहेतः-१ सरळ उभे समांतर (Parallel) वर्तुळ समांतर (Carved veined) गहूं, बाजरी, जव, नरवार लिली वगैरे उदाहरणें पहिल्या समांतराचीं आहेत. कवळ, अळू, घुंया, सुरण, ताडमाड, वगैरे उदाहरणें दुसऱ्या प्रकारचीं होत.

केळ, चवेणी, कर्दळ, वगैरे मध्यें मुख्य मध्य शिरेपासून आडव्या समांतर शिरा उत्पन्न होतात. ही तऱ्हा ह्याच समांतरामध्यें असते.

वरील शिरांच्या मांडणीवरून एवढें सिद्ध होतें कीं, एकदलधान्य वनस्पती व द्विदलधान्य वनस्पतीमध्यें शिरा निरनिराळ्या प्रकारच्या आढळतात. समांतर शिरांची मांडणी ही एकदल धान्य वनस्पतींमध्यें नेहमीं आढळते, व जोडीदार अगर हस्तसादृश जाळीच्या शिरा द्विदलधान्य वनस्पतीमध्यें असतात. केवळ पानांच्या शिरा पाहून वनस्पति एकदल अगर द्विदल ठरविण्यास फार सोपें असतें. कारण वरील शिरांची मांडणी विशिष्ट वनस्पति जातींत विशिष्ट प्रकारची असते हें ठराविक आहे.

पानांचा खोडावरील उगमः—कांहीं पानें जमिनीच्या पृष्ठभागांतून आलीं आहेत असें वाटतें. त्यांचा संबंध खोडाशीं जमिनीमध्यें असतो. जसें, कांदे, लसूण, लिली, गुलछबू, इत्यादि. कांहीं ठिकाणीं खोडाचीं अंतर-कांडीं अगर पेरीं संकुचित झाल्याकारणानें पुष्कळ पानें जमिनीवर गुच्छासारखीं दिसतात. जसें, जंगली गोभी, पाथरी वगैरे. पानें खोडावर जमिनीबाहेर नेहमीं

येतात, असा साधारण पुष्कळ वनस्पतींचा नियम आहे. कांहीं विशिष्टबीजदलें जमिनीबाहेर कोंबावर वाढून हिरवीं दिसूं लागतात. जसें, भोंपळा, एरंडी वगैरे.

खोडावरील पानांची मांडणीः—आपण बारकाईनें पानांच्या मांडणी-कडे लक्ष्य दिलें असतां असें आढळतें कीं, पानें केवळ वांकडी तिकडीं अव्यव-स्थितपणें खोडावर येतात असें नाहीं. त्यांच्या येण्याची एक व्यवस्थित रचना असते व ती रचना त्या वनस्पतींमध्यें बहुधा नेहमीं आढळते. आगंतुक कार-णांनीं अगर झाडांच्या कांड्यांत अथवा अंतरकांडयांत वाढी संबंधानें कमी अधिक फरक झाल्यामुळें कदाचित् पानांच्या नेहमींच्या मांडणीमध्यें बदल पडतो. पण हा बदल कायमचा अगर सार्वात्रिक नसतो. कायम व्यवस्थित मांडणी पानामध्यें असणें अगदीं अवश्य आहे. जर व्यवस्थित मांडणी नसेल तर त्यापासून पुष्कळ नुकसान आहे. पानास नेहमीं सूर्यप्रकाश सारखा व्यवस्थितपणें मिळणें हें अधिक श्रेयस्कर असतें. क्षुद्र वर्गातील कांहीं वन-स्पतीस सूर्यप्रकाशाची फारशी जरूरी नसते व त्यांपैकीं कांहीं तर सूर्यप्रकाश म्हणजे आपला शत्रु असें समजतात. व्यवस्थित मांडणीमुळें पानांस प्रकाश सारखा पोहोंचतो. नाहीं तर कांहीं पानें सूर्यप्रकाशाकडे नेहमीं वळलेलीं राहतील, व कांहीं पानें छायेंत राहिल्यामुळें फिकट किंवा रोगट दिसूं लागतील. कांहीं पानें प्रकाशांत फार तापलीं जातील व कांहीं पानें छायेमुळें निरुपयोगीं बनतील. श्रमविभागाचें तत्त्व अशा ठिकाणीं बिलकूल राहणार नाहीं. ज्या पानांस फार काम करावें लागतें ती लवकरच थकून कामाच्या नालायक होतील, व ज्यांस अगदींच काम नसते तीं बोलून चालून निरुपयोगीं आहेतच. म्हणूनच अव्यवस्थित मांडणी झाडावर असतां कामा नये. सृष्टिदेवतेनें ही गोष्ट लक्ष्यांत ठेवूनच पानाच्या सुव्यवस्थित मांडणीची सोय केली आहे. छाये-खालीं न येणें किंवा प्रकाश सारखा मिळणें, हें साधण्याकरितां सृष्टिदेवतेनें पुष्कळ उपाय केले असतात. कांहीं पानास देंठाची योजना करून तें पान खोडापासून वर उचललें असतें, किंवा कांहीं ठिकाणीं देंठाचा अभाव असतो. कांहीं झाडांच्या फांद्या उभ्या सरळ येतात, तर कांहींच्या आडव्या असून पानें त्यावर सारखीं पसरतात, व कांहीं वनस्पतीमध्यें अंतरकांडी अगर पेरीं दीर्घ अगर संकुचित केलीं असतात. ह्यामुळें पानें कधीं कधीं जमिनीवर झुपका

करितात. पण झुपक्यामध्यें सुद्धां एकमेकांच्या छायेखालीं न सांपडतील व सर्वांस सूर्यप्रकाश सारखा मिळेल, अशी तजवीज असते. ह्यामुळें प्रत्येक झाडावरील पानांच्या मांडणींत त्यांच्या परिस्थितीप्रमाणें फरक आढळतो.

मांडणीचे मुख्य प्रकारः—१. एक झाल्यावर एक. (Alternate) २. समोरा समोर. (Opposite) ३. वर्तुळाकृती (Whorled). आंबा, तीळ, गुलाब, वगैरेमध्यें पानें एक झाल्यावर एक येतात. प्रथम एक पान एका बाजूस येऊन त्याचे दुसरे बाजूस दुसरें पान येतें. मका, बाजरी, वेळू, लोकॅट वगैरे उदाहरणें ह्या प्रकारचीं आहेत.

हीं पानें काल्पनिक मळसूत्राकृतींमध्यें येऊन केव्हांही दोन पानें खालीं अगर वर एकमेकांच्या डोक्यावर येतात. उदाहरणार्थ आपण निंबाचीं पानें तपासूं. हीं पानें मळसूत्राकृतींमध्यें आलीं असून एका विशिष्ट पानापासून वर मोजीत गेले असतां सहावें पान बरोबर त्याचे डोक्यावर येतें. तें विशिष्ट पान सोडून पुढें तपासिलें तर कोणतेंही पहिलें व सहावें पान परस्पर एकमेकांच्या खालीं व वर सरळ लंब रेषेंत येतें, व त्यामध्यें दोन काल्पनिक मळसूत्राकृती वर्तुळें पुरीं होतात. अशा रीतीनें त्या दोन पानांचें अंतर वर्तुळाच्या अंशांत दाखवितां येतें. पुष्कळ द्विदलधान्य वनस्पतिमध्यें ह्या प्रकारची मांडणी आढळते. अशोक झाडांत तिसरें पान, मुळपानांवर लंब रेषेंत येतें. नास्पाती, सफरचंद वगैरेमध्यें पांचवें पान मूळ पानांवर येतें. कित्येक ठिकाणीं आठवें व कित्येक ठिकाणीं तेरावें पान मूळ पान सोडून लंब रेषेंत येतें.

रुई, मांदार, तुळशी वगैरेमध्यें पानें समोरा समोर येतात. मांदाराचीं पानें सुद्धां मळसूत्राकृतीमध्यें रचलेलीं आढळतात. म्हणजे पानाची जोडी एक सोडून एक अशी एकमेकांच्या डोक्यावर येते. येथें एका पानाचे ऐवजीं पानांची जोडी मळसूत्राकृतींत रचिली असते, एवढाच काय तो फरक.

कण्हेर, रसूलिया, छतावर, हमेलिया वगैरेमध्यें पानें एका सांध्यापाशीं पुष्कळ आल्यामुळें वर्तुळाकृतींत होतात. एका सांध्यापाशीं एकच पान आलें असतें तर एक झाल्यावर एक अशीं पानें आलीं असतीं, पण पुष्कळ पानें एका ठिकाणीं येतात म्हणूनच वर्तुळाकृती मांडणी असा भेद केला आहे.

रुई, मांदार वगैरेमध्यें जीं दोन पानें समोरासमोर येतात, तींसुद्धां एकाच सांध्यापासून निघालीं असतात. ह्या दृष्टीनें पानें 'समोरासमोर' येणारा वर्ग वर्तुलाकृती सदराखालीं येईल. पानांचा व फांद्यांचा संबंध अगदीं निकट असतो. कारण पानांशिवाय फांद्या येणें अगदीं अशक्य असतें, म्हणून जी मांडणी पानांमध्यें आढळते, त्याच प्रकारची मांडणी फांद्यांमध्यें असते. एवढेंच नव्हे तर फुलांचे मोहोर व ततूसंबंधी रचना ह्यांचाही संबंध पानांच्या मांडणीशीं जुळतो.

पानांचीं अन्य स्वरूपें:—हॉली, बारबेरी वगैरेमध्यें पानें कांट्यासारखीं असतात. बारबेरीमध्यें पानें बुडाशीं साध्या पानासारखीं असून अग्रांकडे कठीण कांट्याप्रमाणें बनतात. घायपातीमध्यें सुद्धां अग्र कठीण दाभणासारखें झालें असतें. कंटककोष्ट (Thorn) कंटकपर्ण (Spine) व त्वक्कंटक (Prickle) ह्यांमधील परस्परभेद पूर्वीं दिलेच आहेत. पर्णकंटक बारबेरी-मधील कांट्यासारखीं पानें होत.

ग्लोरिओसा सुपरबा, नांवाचा एक वेल आहे. त्याचीं पानें अग्रांकडे धाग्या-सारखीं असतात. हीं पानें वेलास वर चढण्याकरितां उपयोगीं पडतात; म्हणूनच असल्या पानांस 'सूत्रपर्ण' हें नांव योग्य आहे. लाख, वाटाणे वगैरेमध्यें पानांचीं अग्राजवळील पत्रें सूत्रमय असतात. ह्यांचाही इतरांप्रमाणें उपयोग आश्रयांवर चढण्याकरितां होतो. कांहीं पानांचे देंठ वांकडे होऊन सूत्राप्रमाणें उपयोगी पडतात. जसें—चढणाऱ्या आन्टिराह्यनम् सोलॅनम्, जास्मि नाइडूस वगैरे रान जाईमध्यें पानें वळसे घेऊन वर चढतात; त्यामध्यें सूत्रें वगैरे असत नाहींत.

ज्या पानांचे पोटांतून फुलांचे मोहोर, अगर पुष्पदांडी उत्पन्न होते, त्या पानांस उपपुष्पपत्रें (Bracts) असें म्हणतात. असल्या उपपुष्पपत्राचे रंग निरनिराळे असतात.

मांसहारी पानांचे आकार, त्यांचे देंठ तसेच त्यावर येणारे विशिष्ट केस हे चमत्कारिक असून त्यांच्या विशिष्ट जीवनचारित्रास उपयोगीं पडणारीं तीं पानें आहेत, ह्यांत संशय नाहीं.

प्रकरण ७ वें.

पेशी (Cell) सजीवतत्त्व (Protoplasm) व केंद्र (Nucleus).

पेशीः—ताज्या ताडीचा एक थेंब सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें पाहिला असतां त्यामध्यें पुष्कळ लहान लहान वर्तुलाकृति पदार्थ आहेत असें आढळेल. प्रत्येक लहान वर्तुळ म्हणजे एक स्वतंत्र पेशी होय. पूर्वी वर्णन केलेली किण्व (Yeast) नांवाची वनस्पती हीच होय. प्रत्येक वर्तुळांत वर्तुळाचा बाह्य पडदा, केंद्र व केंद्रासभोंवतीं जीवनकण हीं स्पष्ट दिसतात. वर्तुळांत दोन प्रकारचे पदार्थ आढळतात. सचेतन व जड (Living and dead). सजीव तत्त्व (Protoplasm) किंवा त्याचे सुटे कण तसेंच तेथील केंद्र (nucleus) हे सचेतन पदार्थ आहेत.

वर्तुळाचा बाह्य पडदा व आंतील द्रवादि पदार्थ हे मात्र जड (dead) आहेत. जमिनींतील निरिंद्रिय द्रव्यें जशींच्यातशीं पेशीमध्यें येऊं शकत नाहींत. तीं द्रव्यें प्रथम पाण्यांत विरघळतात; नंतर तें पाणी जेव्हां पेशी-मध्यें शोषिलें जातें, त्याबरोबर तीं विरघळलेलीं द्रव्यें आंत शिरतात. जसें जसें जास्त पाणी पेशीमध्यें शिरतें, तशीं तशीं ती पेशी जास्त फुगूं लागते. प्रथम कांहीं वेळ तें पाणी जीवनरसामध्यें मिसळून जीवन रस पातळ होऊं लागतो; पण ही स्थिति फार वेळ टिकणें शक्य नसतें. पाणी जास्त झाल्यामुळें तसेंच जीवन रस अधिकाधिक पातळ झाल्यामुळें, तें पाणी पेशींत विशिष्ट जागीं सांठविलें जातें. त्या विशिष्ट जागेस जडस्थानें (Vacuoles) म्हणतात. जडस्थानामध्यें निरिंद्रियद्रव्य मिश्रित शोषिलेलें पाणी जमून सजीव तत्त्व बाह्यांगाकडे जातें. ह्या पाण्यास पेशीरस (Cell Sap) म्हणतात.

पेशीस बाह्य पडदा असणें अवश्य नसतें. कांहीं पेशीमध्यें नुसतें जरूर तेवढें सजीव तत्त्व असून बाह्य पडदा नसतो. पण पुढें तें तत्त्व आपलें घटक-द्रव्यांतून बाह्य पडदा अगर पेशी-भित्तिका (Cell wall) उत्पन्न करितें. पेशी कशी असते याविषयीं चांगली कल्पना येण्याकरितां आपण मधमाशीच्या पोळयाचें व नारिंगाचें उदाहरण घेऊं. मधमाशीची प्रत्येक कोठडी दुसऱ्या

कोठडीस जशी चिकटलेली असते व अशा अनेक कोठड्या मिळून एक पोळें झालेलें असतें, तद्वतच अनेक पेशींची मिळून एक वनस्पति बनलेली असते. अथवा नारिंगें सोलून आंतील मधूर बलक उघडा केला असतां लहान लहान रसमय गठड्या एकमेकांस चिकटलेल्या आढळतात. पैकीं एका गठडीची जी आपली कल्पना असते, तीच पेशीसंबंधानें लागू पडते.

सजीव तत्त्व (Protoplasm):—पेशीचा मुख्य मालक आंतील सजीव तत्त्व (Protoplasm) असून ह्या तत्त्वामुळें पेशींत चलनवलनादि खेळ दृष्टीस पडतात. नवीन अन्न शोषण करणें, बाहेरील निरिंद्रिय द्रव्यें पोटांत घेणें व त्यापासून सेंद्रिय पदार्थ बनविणें, श्वासोछ्वास करणें, वगैरे क्रिया सजीव तत्त्वामुळें घडतात. सजीवतत्त्वाचीं घटक द्रव्यें, कारबन, हायड्रोजन, ऑक्सिजन, नायट्रोजन, गंधक व फास्फरस हीं आहेत. तीं द्रव्यें कोणत्या बरोबर प्रमाणांत परस्पराशीं संयोगपावलीं आहेत, हें निश्चित ठरवितां येणार नाहीं. कारण पृथक्करणाचे वेळीं सजीव तत्त्व मृत होतें, व मृत स्थितीमधील पृथक्करण खरें नाहीं. चैतन्यस्थिति गेल्यावर कदाचित् त्यामध्यें पुष्कळ रासायनिक फरक होत असतील अथवा चैतन्याचे अभावीं त्यांतील एखादें तत्त्व नाहींसें होऊन तें पृथक्करण खरें समजतां येणार नाहीं. वरील घटकावयवें सजीव तत्त्वाचीं न समजतां मृत जड तत्त्वाचीं आहेत असें समजावें.

पेशीभित्तिका:—(Cell wall) मधासारखें जाड, पातळ ना घट्ट असें मध्यम प्रकारचें द्रवात्मक चैतन्यशक्ति सजीवतत्त्व पेशीभित्तिकेंत असतें. पेशीभित्तिकेचे घटक सत्त्वासारखे असतात. सहा भाग कारबन्, दहा भाग हैड्रोजन व पांच भाग ऑक्सिजन, अशा प्रमाणांत घटक पेशीभित्तिकेंत आढळतात. कापसाचे केसांत जीं घटक द्रव्यें आढळतात, तींच द्रव्यें पेशी भित्तिकेमध्यें असतात. पेशी भित्तिका सजीव तत्त्वापासून पातळ पड्यासारखी बाहेरील बाजूस बनत जाते. सजीव तत्त्वाच्या चैतन्य शक्तीमुळें नवीन नवीन कण बाह्य पड्याच्या सूक्ष्म रंध्रांत जाऊन बसतात. जसें जसें जास्त कण पड्यामध्यें जमतील तसतशी पडदा अगर भित्तिका जाड होते.

पेशीभित्तिकेंत पाणी कमी अधिक असतें. त्यासंबंधीं निरनिराळीं मतें आहेत. प्रसिद्ध वनस्पतिशास्त्रवेत्ता **नगिली** ह्याचें असें म्हणणें आहे कीं, पेशीघटक द्रव्यें साखरेच्या कणाप्रमाणें चौकोनी, वाटोळी, त्रिकोणी, वगैरे आकाराचीं

असून प्रत्येक सूक्ष्म कणासभोंवतीं पाण्याचा थेंब असतो. स्ट्रासबरगर साहेब म्हणतो कीं, पेशीभित्तिकेचीं घटकद्रव्यें जाळ्यासारखीं जणूं एकमेकांत गुंतलीं असून मधल्या मुत्या जागेंत पाण्याचे थेंब अगर कण राहतात. अलिकडील शोधांतीं असें ठरत आहे कीं, भित्तिकेचे घटकावयव सजीव कणांनीं वेष्टित असून त्यांत पाण्याचा अंतर्भाव होतो. नवीन शोधाप्रमाणें भित्तिका सुरवातीस सजीव असून पुढें त्यांतील सजीव तत्त्व हळूहळू नाहींसें होतें, व त्याबरोबर भित्तिकाही मृत होते. अशा वेळेस भित्तिकेस कायमचें स्वरूप प्राप्त होतें.

भित्तिकेच्या घटक द्रव्यांत व सत्त्वा (Starch) च्या घटक द्रव्यांत फारसा फरक नसतो. सत्त्वाच्या घटक द्रव्यापेक्षां पहिल्या द्रव्यावर अधिक कार्य घडून त्यांच्या शक्तींत थोडा फरक होतो. आयडीनचा थेंब सत्त्वाचे कणावर टाकिला असतां कणास निळा रंग येतो, पण तोच थेंब पेशीघटकावयवावर पाडला असतां त्यास निळा रंग येत नाहीं. निळा रंग त्यास आणावयाचा असेल तर प्रथम गंधकाम्ल त्यावर सोडून नंतर कांहीं वेळानें आयडीनचा थेंब सोडावा, म्हणजे तात्काल पेशीभित्तिकेस निळा रंग येईल. बाकी घटक प्रमाण दोन्हींचें सारखेंच असतें.

सजीव तत्त्वाच्या चैतन्यशक्तीमुळें भित्तिका वाढूं लागते ही गोष्ट खरी, तथापि ती सर्व बाजूस सारखी वाढते असें नाहीं. पेशीची वाढ अंतरघडामोडीमुळें कमी अधिक होते. तसेंच बाह्य परिस्थितीचा परिणाम पेशीच्या आकारावर होतो. चौकोनी, वाटोळे, किरिणाकृति, त्रिकोनी, चौकोनी वगैरे आकार पेशीमध्यें आढळतात. पेशीची वाढ सुरू झाल्यावर सजीव तत्त्व आंतून बाह्यांगाकडे निरनिराळ्या प्रमाणांत कणांचे थरावरथर पाठवीत राहिल्यानें आंतील जाडी कमी अधिक मोठी होते. तसेंच ज्या आकारांत ते कण जमत जातात, त्या प्रकारचा आकार पेशीच्या आंतील बाजूस तयार होईल. ह्या रीतीनें फिरकीदार (Spiral) वळ्यासारखे (Annular) वगैरे आकार उत्पन्न होतात. कधीं कधीं जागजागीं मोठे थर जमून मध्यभागीं खांचा राहतात. असल्या पेशीस खांचेदार (Pitted) म्हणतात. असल्या कमी अधिक जाडीच्या निरनिराळया आकाराच्या पेशीपासून ज्या वाहिन्या (Vessels) तयार होतात त्यास तोच आकार येतो, हें निराळें सांगावयास नको. सुरूच्या लांकडांत खांचेदार पेशी व वाहिन्या पुष्कळ असतात.

शोषित अनेंद्रिय (Inorganic) द्रव्यांपैकीं पुष्कळवेळां कांहीं द्रव्यें पेशीस निरुपयोगी असतात. त्यापासून सेंद्रिय पदार्थ वनस्पति बनवीत नाहींत, अथवा अन्नद्रव्याप्रमाणें त्यांचा उपयोग करीत नाहींत. असलीं द्रव्यें खरोखर पेशीबाहेर टाकिलीं पाहिजेत. पण वनस्पतींत अशी निराळी योजना नसते कीं, ज्यायोगानें असल्या त्याज्य वस्तू सहज बाहेर टाकितां येतील. ह्मणून असल्या निरुपयोगी वस्तू पेशी भित्तिकेमध्यें सांठविल्या जाऊन वेळ आली ह्मणजे भित्तिका झडून जाते व त्याबरोबर त्या बाहेर टाकिल्या जातात. तृणजातीच्या वनस्पतीमध्यें पानांत नेहमीं चमकणाऱ्या वाळूचे कणसूक्ष्म आढळतात. रबर, पिंपळ, वड वगैरे वनस्पतींत पानाच्या उपरी (बाह्य) त्वचेंत (Epidermis) असलीं निरिंद्रिय द्रव्यें आढळतात. बिगोनियाचीं पानें, कांद्याच्या पाती वगैरेमध्यें हीं निरिंद्रिय द्रव्यें निरनिराळ्या आकृतींत आढळतात. एकंदरींत पेशीभित्तिका केवळ साध्या सात्विक घटक द्रव्याची नसून त्यांत वरील प्रकारचीं निरिंद्रिय द्रव्यें सांपडतात.

केंद्र:—(Nucleus) केंद्राचा आकार सजीवत्वापेक्षां स्पष्ट असून केंद्रद्रव्यें जीवनकणासारखीं असतात. केंद्रामध्यें केंद्रबिंदू (Nucleolus) असतो. केंद्रद्रव्यांत फॉस्फसरयुक्त कांहीं कण आढळतात. त्या कणास पेशीचें मेंदुस्थान समजण्यांत येतें. जेव्हां पेशीमध्यें पाणी अधिक झाल्यावर जडस्थानें तयार होऊं लागतात, त्यावेळेस केंद्र आपलें मूळचें स्थान सोडून बाजूस जातें. जीवनकण परिघाकडील बाजूस चिकटून राहतात. केंद्राचा व जीवनकणांचा संबंध बारिक तंतूंमधून असतो. हे तंतू जीवनकणांचे बनले असून जडस्थानास (Vacuole) टेंका देण्यास उपयोगीं पडतात.

सजीवतत्त्वांचे कण भित्तिका तयार करण्यांत अथवा ती मोठी वाढविण्यांत खर्चिले जाऊन त्याबरोबर शोषित द्रव्यापासून नवीन सजीव कण उत्पन्न होत असतात. पेशी पूर्ण वाढल्यावर आंतील सजीव तत्व कमी होतें व शेवटीं ती मृतप्राय होते. मृत होण्यापूर्वीं नवीन पेशी उत्पन्न होऊन त्यामध्यें पूर्ववत् चैतन्यशक्ति येते. जुन्या पेशीचें काम फार दिवस सजीव प्रकारचें नसतें. कायम स्वरूप प्राप्त झाल्यावर पेशीच्या अस्तित्वामुळें दुसऱ्या पेशीस आधार व संयोगशक्ति ह्याशिवाय दुसरें कार्य त्याकडून होत नाहीं. अथवा रसाची नेआण करणें वगैरे कामाकरितां कांहीं दिवस उपयोगी पडतात. पण पुढें ह्या कामा-

सही त्या पेशी निरुपयोगी होतात, व हळुहळू गळूं लागतात. जुन्या पेशींतून प्रथम प्रथम रस जात येत असतो खरा, पण अगदीं जुन्या पेशी मृत असल्यामुळें त्या गळून जरी पडल्या तरी वनस्पतीच्या संसारयात्रेंत कोणताही फरक पडत नाहीं. मोठमोठ्या वृक्षाच्या ढोलींत सर्व पेशीसंघ मृत असतो, तरी बाहेरील बाजू सजीव असूनही रोजचे व्यवहार चालू असतात.

रंजित शरीरें:—(Chloroplasts) सजीवतत्त्वामध्यें विशिष्ट कार्य घडून त्यापासून रंजित शरीरें तयार होतात. ह्या शरीरांकडून विशिष्ट कार्य घडत असल्यामुळें वनस्पतीच्या जीवनयात्रेंत ह्यांची उपयुक्तता फारच महत्त्वाची असते. पेशींतिल केंद्र ज्या सजीव तत्त्वांचें बनलें असतें, तशाच प्रकारचें तत्त्व असल्या शरीरांत आढळतें. सजीवतत्त्वापासून हरिद्वर्ण पदार्थ (Chlorophyll) उत्पन्न होऊन त्यासभोंवतीं सजीव कण जमतात, व पुढें त्यापासून हरिद्वर्ण शरीर (Chloroplast) उत्पन्न होतें. अशा प्रकारचीं पांढरी अथवा इतर रंजित शरीरें वनस्पति पेशींत आढळतात. सूर्यप्रकाशांत पांढऱ्या अगर इतर रंगाच्या शरीरांपासून अंधारांत फिकट रंगाचीं शरीरें उत्पन्न होतात. ह्मणजे शरीराचे रंग बदलण्यास प्रकाश पुष्कळ अंशीं कारणीभूत होतो यांत संशय नाहीं. उन्हाळ्यांत कोंवळ्या पानांत तांबूस रंगाचीं शरीरें असून पुढें तीं हरित्‌वर्णी शरीरें बनतात. ह्याचें कारण केवळ प्रकाश आहे. जितका हरिद्वर्ण पदार्थ पानामध्यें अथवा वनस्पति शरीरांत अधिक असतो, तितक्या प्रमाणांत तो वनस्पतीस जास्त उपयोगी पडतो. ह्मणूनच ज्या वनस्पतीमध्यें पुष्कळ सतेज हिरवीं पानें असतील ती वनस्पति आरोग्यदृष्ट्या उत्तम आहे, असें समजण्यांत येतें. तसेंच उलटपक्षीं ज्या वनस्पतीमध्यें अस्सल हरित् वर्णाचे ऐवजीं फिकट रंग आढळतो, त्या वनस्पतीचें आरोग्य क्षयरोग्याप्रमाणें रोग लागून बिघडलें आहे, असें समजावें. लवकर उपाय जर न होतील तर ती वनस्पति मृत होईल. फुलांच्या पाकळ्यांत तांबडा, पिंवळा, गुलाबी वगैरे रंग आढळतात. हे रंग त्या रंजित् शरीरांपासून अलग करितां येतात. आलकोहलमध्यें हिरवीं पानें ठेविलीं असतां पानांतिल हरित् वर्ण पदार्थ (chlorophll) अलग होऊन आलकोहलचे बुडाशीं जमतो. तसेंच बाष्पीभवन करून शुद्ध केलेल्या पाण्यांत पाकळ्या ठेविल्यावर त्यांचा रंग सुटून अलग होतो.

चलनादि धर्मः—सजीवतत्त्व नेहमीं चलनस्थितींत असतें असें ह्मणण्यास हरकत नाहीं. पुष्कळ वेळां सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून अथवा साध्या डोळ्यांना सजीवतत्त्वाची चलनशक्ति दिसत नाहीं, म्हणून तें चलनस्थितींत नसतें, असें अनुमान काढणें बरोबर होणार नाहीं. जडस्थानांतून (Vacuoles) निरिंद्रिय पदार्थ काढून त्यापासून जीवनकण तयार करणें, तसेंच घटकावयवांतून पेशीभित्तिका उत्पन्न करणें, अथवा पेशी विभाग करून पेशीजाल (Tissue) बनविणें, वगैरे गोष्टी ज्या पाहण्यांत येतात, त्यावरून सजीवतत्त्वाच्या चंचल स्वभावाची साक्ष चांगली पटते. कित्येक वेळां जीवनकण इकडून तिकडे धांवतांना चांगले स्पष्ट दिसतात. लालघांस अथवा ट्रेडेसूकॅनूशिया नांवाच्या वनस्पतींत ही चलनशक्ति चांगली स्पष्ट दिसते. ट्रॅडेसूकॅनूशिया फुलांचे पूंकेसरावरील केंस चिमटीनें उपटून कांचेच्या तुकड्यावर सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहण्याकरितां ठेवावेत. पाण्याचा थेंब त्यावर सोडून पातळ कांचेची झांकणी (Cover slipr) आंत हवा न राहील अशा बेतानें ठेवावी. प्रत्येक केंस दोनपासून पांच पेशींचा बनलेला आढळतो. गुलाबी रंगाचा पेशीरस केंसामध्यें थोडा दिसतो. सजीव तत्त्वाचे कण सारखे इकडून तिकडे पेशीच्या परिघाकडील भागांत धांवतांनां दृष्टीस पडतात. एवढेंच नव्हे, तर ते कण एका पेशींतून दुसऱ्या पेशींत ही जात येत असतात; पेशीची भित्तिका छिद्रमय असल्यामुळें त्यांतून जीवनकण खालीं वर येत असतात. जर दोन पेशींमधील पडदा छिद्रमय नसता, तर जीवनकण एका पेशींतून दुसऱ्या पेशींत जाणें शक्य झालें नसतें. पेशी जुनी होत चालली असतां मध्यपडदाही त्या मानानें जाड होतो, व जेव्हां तो पडदा चांगला जाड होईल, त्यावेळेस पेशींतील परस्पर अंतरचलनादि क्रिया बंद पडतात. पाण्यांत आढळणाऱ्या वनस्पतिमध्यें विशेषेंकरून ही चलनक्रिया पाहण्यास अधिक सांपडते. जसें, व्हॅलिंसिनेरिया वगैरे. जमिनीवर हवेंत वाढणाऱ्या वनस्पतीमध्यें सजीव तत्त्वाची चलनशक्ति स्पष्ट दिसत नसते, तथापि जोंपर्यंत सचेतन वस्तू वनस्पतीमध्यें आहेत, तोंपर्यंत अंतरसूक्ष्मचलनादि क्रिया नेहमीं सुरू असल्याच पाहिजेत.

क्षुद्र वनस्पतीमध्यें चलनशक्ति दोन प्रकारची असते. कांहीं पेशींस सजीव तत्त्वाच्या चलनशक्तीमुळें गती मिळून त्या पेशी आपली मूळ जागा सोडून

पुढें सरकतात. अशा वेळेस त्यापासून बारीक केंसासारखे भाग (Cilia) उत्पन्न होऊन ते वल्ह्याप्रमाणें पेशींस पाण्यांतून जातांना उपयोगीं पडतात. कांहीं ठिकाणीं पेशीस स्थलांतर करण्यासारखी गति न मिळतां पेशीपासून जरूरीच्या प्रसंगीं केंस बाहेर उत्पन्न होतात, व पुनः ते केंस पेशींत परत घेतां येतात. केंस आवरून धरणें अथवा बाहेर सोडणें, हें त्याच्या मर्जीप्रमाणें तसेंच जरूरीप्रमाणें घडत असतें. अशा प्रकारची सूक्ष्मगती क्षुद्रवर्गीय प्राण्यामध्येंसुद्धां आढळते. जसें, ॲमिबा प्राणि आणि एकपेशीमय वनस्पति ह्यांचा परस्पर भेद् ओळखणें मोठें कठीण असतें.

सजीवतत्त्व आपल्या चैतन्य शक्तीमुळें केवळ सचेतन शरीरें उत्पन्न करितें. एवढेंच नव्हे तर शोषित निरिंद्रिय द्रव्यापासून सेंद्रिय पदार्थ तयार करणें हें काम सारखें सुरू असतें. निरिंद्रिय पदार्थ प्रत्येक सजीव पेशींत थोडें बहुत प्रमाणांत आढळतातच. हें सेंद्रिय पदार्थ निरनिराळ्या घनतेचे असून निरनिराळ्या रीतीनें आपआपलेपरी वनस्पतीस उपयोगीं पडतात. कांहीं अडचणीचे प्रसंगीं उपयोगी पडावेत म्हणून वनस्पति त्यांचा सांठा आपले शरीरांत निर्भय जागीं करितात. मुळें, खोड, पानें अथवा बीजें, हीं साधारणपणें वनस्पतीची सोईप्रमाणें अन्न सांठवण करून ठेविण्याचीं कोठारें आहेत.

पेशी द्रव्यें:—ह्या सेंद्रिय द्रव्यांत कांहीं द्रव्यें नेहमीं पेशी रसामध्यें विरघळून त्याशीं एकजीव झालीं असतात, व कांहीं द्रव्य न विरघळतां पेशीमध्यें अलग राहतात. ह्या न विरघळणाऱ्या पदार्थांचाच बहुतकरून सांठा केला असतो. कारण तात्काल उपयोगी पडणाऱ्या व विरघळणाऱ्या पदार्थांपासून सजीव तत्त्व जीवन कण तयार करितें, व त्यापासून पेशीभित्तिका अगर पेशीरचना घटत जाते. साखर, सेंद्रिय आम्लें, त्यांचे क्षार, नायट्रोजनयुक्त शरीरें वगैरे पदार्थ तात्काल उपयोगीं पडणारे असून पेशी रसांत सहज विरघळतात. बहुतकरून ते विरघळलेल्या स्थितींत असतात. सत्व, तेल, टॅनिन, कांहीं विशिष्ट रंग वगैरे पदार्थ दुसऱ्या वर्गापैकीं आहेत. पैकीं सत्व, चरबी व तेल हे विशेष महत्त्वाचे आहेत. साधारणपणें ते सर्व पेशींमध्यें आढळतात. मात्र त्याचें प्रमाण निरनिराळ्या वनस्पतींमध्यें निराळें असतें. सत्त्वाचीं घटकद्रव्यें कारबन, हायड्रोजन व ऑक्सिजन आहेत, हें पूर्वीं सांगितलेंच आहे. पेशी घटकद्रव्यें

(Cellulose) व सत्त्वाचीं घटकद्रव्यें ह्यांमधील फरक आयोडीननें ओळखितां येतो.

बटाटे, रताळीं, गहूं, तांदूळ, डाळ वगैरेमध्यें सत्त्व पुष्कळ असतें. सत्त्वाचे सूक्ष्म कण सूक्ष्मदर्शक यंत्राखालीं पाहिले असतां एका मध्यबिंदूसभोंवतीं थरावर थर वाढलेले दृष्टीस पडतात. मग मध्यबिंदु मध्यभागीं असो वा कोपऱ्याकडे असो, हा विशेष मुद्दा नाहीं. सत्व सूर्यप्रकाशांत सजीव हरिद्रंजित (Chloro· plasts) शरीराकडून तयार होतें. कार्बनवायु हवेंतून सूर्यप्रकाशांत हरिद्रंजित शरीराकडून शोषिला जातो. कार्बनवायु पाण्याशीं मिसळून कार्बन आम्ल बनतें व पुढें त्याचें विघटीकरण होऊन शोषित पदार्थांशीं मिसळल्यामुळें सात्त्विक पदार्थ तयार होतात.

वनस्पतींच्या पानांमध्यें सेंद्रिय सत्त्व उत्पन्न होतें खरें, पण तेथें फार वेळ टिकत नाहीं. जर पुष्कळ सत्त्व पानांमध्यें राहतें तर त्यायोगें पानें खेंचून भरलीं असतीं व असें होतां होतां नवीन सत्त्व उत्पन्न होण्यास जागा न राहती. म्हणूनच त्यावर पाचक आम्लाची क्रिया होऊन तें सत्त्व विरघळून पेशीरसाशीं एकजीव होतें. यामुळें पेशीरसाबरोबर तें इकडून तिकडे वनस्पतिशरीरांत खेळलें जातें. वनस्पतीच्या शरीरांत आंतील खोल भागीं सचेतन शुभ्रवर्णी शरीरें (Leucoplasts) असतात. त्यांचा परिणाम त्या विरघळलेल्या सात्त्विक पदार्थांवर होऊन पुनः त्याचें अद्राव्य सत्त्व बनतें, व तें वाटेल त्या जागीं येणेप्रमाणें सांठवितां येतें. जेथें जेथें वनस्पतींस तें सत्व सांठविण्याचें असतें, तेथें प्रथम पेशीरसाबरोबर साखरेच्या द्राव्य स्थितींत तें पोहोंचतें, नंतर शुभ्रवर्णी शरीरें द्राव्य स्थितींतून त्यास न विरघळणारें पूर्वीप्रमाणें स्वरूप देतात. न विरघळणाऱ्या स्थितींत त्यास स्थलांतर करण्यास अडचण पडते, म्हणून पाचक आम्लाची विरघळविण्यास जरूरी असते.

कांहीं ठिकाणीं सत्त्वाच्या उत्पत्तीस सचेतन हरिद्वर्ण शरीरांची जरूरी नसून सजीव तत्त्व आपल्या चैतन्यशक्तीनें सत्त्वांची उत्पत्ति करितें. कमळाच्या परागवाहिनींत (Style) सत्त्वाचे कण उत्पन्न होतात. ह्यांची उत्पत्ति सजीवतत्त्व करीत असतें. नायट्रोजनयुक्त न विरघळणारीं द्रव्यें बीजांमध्यें कमी–अधिक प्रमाणांत नेहमीं सांपडतात. त्यांचे कण लहान–मोठे

असून, कणास निरनिराळे आकार येतात. एरंडीच्या बीजाचें टरफल काढून आंतील पांढऱ्या पदार्थाचा वस्तऱ्यानें पातळ भाग कापून सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें पाहण्याकरितां तयार करावा. पाण्याचे थेंबा ऐवजी ग्लिसरीनचा थेंब त्या पातळ भागांवर सोडावा व सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून पाहण्यास सुरुवातकरावी.पेशीमध्यें त्रिकोनी अथवा चतुष्कोनी कण आढळतात व त्यांजवळच वाटोळे कण असतात. ह्या त्रिकोनी किंवा चतुष्कोनी शरीरांत नायट्रोजन युक्त द्रव्यें असतात, पण वाटोळे कण नायट्रोजनयुक्त नसून फॉस्फेट अथवा मॅग्नेशियमचे निरिंद्रिय पदार्थ मिश्र असतात.

बीजांमध्यें सात्त्विक पदार्थाबरोबरच नायट्रोजनयुक्त शरीरें (Proteids) थोडींबहुत असतात. त्यांस कधीं विशिष्ट आकार येतो, अथवा साधारणपणें वाटोळ्या स्थितींत नेहमीं आढळतात.

सात्त्विक व नायट्रोजनयुक्त शरीराबरोबरच पुष्कळ बीजांमध्यें तेल आढळतें. गळिताचीं बीजें म्हणून जीं प्रसिद्ध असतात, त्यांत नेहमीं तेलाचा सांठा असतो. जसें, करडई, शिरस, भुयमूग, तीळ, वगैरे.

तेलाचा सांठा केवळ बीजांमध्येंच असतो असें नाहीं. पानांमध्यें अथवा फुलांतील पांकळ्यांमध्येंसुद्धां तेलाचा अंश असतो. लिंबू अथवा युकॅलिप्टसचीं पानें बोटांनीं चुरडलीं असतां एक प्रकारचा विशिष्ट वास त्यांपासून येतो. ह्या वास पानांतील उडणाऱ्या तेलाचा होय. गुलहौसी लोक सुवासिक अत्तरें व तेलें जीं वापरितात, त्यांचा उगम पानांतील अगर फुलांतील तैलोत्पादक पिंडजालापासून होतो. तज्ञ लोक भट्ट्या चढवून सुवासिक पानांचा व फुलांचा व्यावहारिक फायदा करून घेतात.

पेशीरसामध्यें इन्युलिन् (Innulin) नांवाचा सेंद्रिय पदार्थ विरघळून त्याशीं एकजीव झाला असतो. डॅहूलिया वनस्पतीचे मूळ कांहीं दिवस अल-कोहलमध्यें ठेवून पुढें सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें त्याचा पातळ भाग पाहिला असतां इन्युलिन्‌चा साखा पेशीरसापासून अलग होऊन त्याच्या स्फटिका-कृति दिसतात.

निरिंद्रिय द्रव्येंसुद्धां पुष्कळ वेळां पानांमध्यें एकत्र होऊन त्यांस निरनिराळ्या आकृति येतात. ह्या द्रव्यांचा वनस्पतीशरीरपोषणास फारसा उपयोग नसतो. पानें व साली गळून पडल्या असतां त्यांबरोबर हे पदार्थ आपोआप गळून

जातात. प्राणिवर्गास गुदद्वारांवाटे विष्ठेंत, मूत्राबरोबर, घामांत अथवा श्वासोश्वास क्रियेंत निरुपयोगी त्याज्य पदार्थ बाहेर टाकितां येतात; पण अशी सोय वनस्पतिशरीरांत नसल्यामुळें ह्या रीतीनें ते पदार्थ टाकणें भाग पडतें.

केंद्रः–पेशीच्या प्राथमिक स्थितींत सुद्धां तिच्या आकारमानानें केंद्र मोठें असतें. पेशी वाढूं लागली असतां तीबरोबर तें वाढत नाहीं. बहुतेक केंद्र पूर्वीसारखेंच असतें. पेशींत केंद्र असणें हें तिच्या जिवंतपणाचें लक्षण आहे. केंद्रामध्यें सुद्धां चलनशक्ति असते. कारण केंद्र आपलें मूळस्थान बदलीत असतें. केंद्राचीं घटकद्रव्यें सजीव तत्त्वासारखींच असून तीं त्यापेक्षां अधिक घन असतात; ह्यामुळें केंद्र स्पष्ट ओळखितां येतें. केंद्रासभोंवतीं सजीव कण असतात.

पेशी विभागः–एक पेशी किती मोठी वाढली, तथापि त्यापासून वृक्ष थोडाच बनूं शकेल? व्यक्ति मात्र पेशी वाढणें ज्याप्रमाणें जरूर आहे, तद्वत्‌च पेशींची संख्या अधिक वाढणें अत्यंत जरूरीचें आहे. पेशींची संख्या वाढून जेव्हां पुष्कळ पेशी–जाळें (Tissues) बनतील त्यावेळेस कदाचित् मोठें वृक्ष बनण्याचा संभव असतो. वृक्षांची वाढ पेशींच्या नवीन वाढीवर अवलंबून असते. ह्या वाढीस अन्न, पाणी, हवा, तसेंच सूर्यप्रकाश इतक्या गोष्टींची आवश्यकता असते. बीज पेरून त्यांतील गुप्त सजीव तत्त्व जागृत झाल्यावर पुढें त्याच्या चैतन्यशक्तीनें नवीन पेशीं उत्पन्न होतात. नवीन उत्पन्न झालेल्या पेशींपासून पेशीविभाग होऊन त्याच्या लाखों पेशीं तयार होतात. येणेंप्रमाणें बीजापासून तयार होणाऱ्या रोपड्यास कालगतीनें वृक्षासारखें मोठें स्वरूप प्राप्त होतें.

पेशींची वर्धकशक्ति प्राथमिक स्थितींत अधिक असते. नवी पेशी उत्पन्न होण्याचे प्रकार पुष्कळ तऱ्हेचे असतात. शिवाय नवीन पेशीं उत्पन्न होऊन सगळ्या एकाच जीवाकरितां अन्नग्रहणादि क्रिया करीत राहतील, तर एक वनस्पति वाढत जाते असें म्हणतां येईल. पण जेथें नवीन पेशी उत्पन्न होऊन प्रत्येक स्वतंत्र रीतीनें आपला जीवनक्रम चालवूं लागते, त्या ठिकाणीं निराळ्या व्यक्तींची उत्पत्ति होत असते. बीजापासून मोठी वनस्पति तयार होणें म्हणजे लाखों नवीन पेशीं उत्पन्न होऊन त्यांचा संघ एकाच वनस्पतींत एकवटून राहणें होय. तसेंच एक जीव कायम राखणें व त्या जिवाच्या जीवनाकरितां सारखी खटपट करणें, हा उद्देश त्या सर्व पेशीसंघाचा असतो; पण किण्व (Yeast)

वनस्पतीपासून नवीन पेशी जेव्हां तयार होते, त्यावेळेस पेशीच्या वाढीमुळें दोन वेगळ्या व्यक्ति उत्पन्न होतात. अशा ठिकाणीं पेशींची संख्या वाढणें अगर पेशी द्विधा होणें म्हणजे नवीन व्यक्ती तयार होणें होय. जेव्हां पेशीं द्विधा होण्याचा समय येतो, तेव्हां केंद्रामध्यें विशेष फरक दिसूं लागतात. केंद्रांतील भाग व केंद्रबिंदु (Nucleolus) ह्यांत गडबड होऊन केंद्र केवळ खरखरीत जीवन कणांनीं भरून जातें. पुढें कोष्ठ्याच्या घरांतील सूत गुंडाळण्याकरितां जें डबल त्रिकोणाकृति अवजार असतें, त्या प्रकारचा आकार केंद्रास येतो; अथवा इंग्रजी मूळाक्षरापैकीं दोन ' व्ही ' मूळाक्षरें एकमेकांस उलटीं चिकटून जो आकार दिसतो, त्याच प्रकारचीं आकृति केंद्रास विभाग सुरू झाला असतां येते. ह्या आकृतींत सूक्ष्म जीवनतंतू बुडाकडून अग्राकडे गेलेले दृष्टीस पडतात. तंतूंच्या मध्य भागीं अधिक कण जमत गेल्यामुळें तो भाग हळुहळु जाड होत जातो. हा जाड भाग केंद्र द्विधा करणारा मध्यपडदा होय. हा पडदा दोन्ही बाजूंस वाढत वाढत पेशीभित्तिकेस पोहचतो व त्या योगानें ती पेशी पूर्णपणें द्विधा होते. पूर्ण विभाग होण्यापूर्वीं केंद्राचीं दोन शकलें झालेलीं असतात. पैकीं एक एक केंद्र प्रत्येक पेशींत दिसूं लागतें.

एक पेशीच्या दोन पेशीं होण्यास मूळ पेशीची जरूरी असते. तसेच मूळ केंद्राशिवाय नवीन केंद्र उत्पन्न होत नाहीं. वनस्पतीच्या वाढत्या कोंबावरील पेशी झपाट्यानें द्विधा होऊन शेंकडों नवीन पेशीं अस्तित्वांत येतात व त्यामुळें वनस्पतीची वाढ होते. पेशीच्या कोंवळ्या स्थितींत द्विधा होण्याची शक्ति अधिक असून त्यांचें सजीवतत्व ताजें व तरतरीत असल्यामुळें अधिक चंचल असतें. ही चंचल स्थिति पेशी विभागास अधिक सोईची असते.

साधारण नियम असा आहे कीं, प्रथम केंद्राचा विभाग होऊन नंतर पडदा मध्यभागीं वाढून पेशीविभाग पूर्ण होतो. ह्या नियमास कधीं कधीं अपवादही सांपडतात; असो, क्षुद्र वनस्पतीमध्यें पडदा प्रथम तयार होऊन नंतर केंद्रोत्पत्ति होते.

कधीं कधीं पेशींतील केंद्राचे वारंवार पुष्कळ विभाग होऊन तीं सर्व त्या पेशींत कांहीं काल राहतात. नंतर तीं बाहेर पडून त्यापासून अनेक स्वतंत्र पेशी

तयार होतात. बाहेर पडल्यावर केंद्रासभोंवतीं पेशीभिंत्तिका तयार होते. क्षुद्र वनस्पतीमध्यें ह्या रीतीनें पुष्कळ वेळां उत्पत्ति होते.

उच्चवर्गांमध्यें फुलांतील गर्भकोशांत (Embryo sac) गर्भस्थापना झाल्यावर गर्भाकरितां अन्नाची सोय होऊं लागते. अन्न उत्पन्न करणाऱ्या पेशीमध्येंसुद्धां ह्याचप्रकारें पुष्कळ वेळां केंद्र द्विधा होतें. फुलामध्यें परागवाहिनींत (Style) परागकण गेल्यावर त्याच्या पोषणाकरितां पेशीविभाग ह्या रीतीनेंच होतात.

वरील प्रकाराहून आणखी एका रीतीनें नवीन पेशी उत्पन्न होते. ही पेशी उत्पन्न होण्यास दोन पेशीची जरूरी असते. या प्रकारांत पेशींची संख्या न वाढतां उलटपक्षी कमी होते. फुलांतील दोन जननपेशींचा मिलाफ होऊन त्यांपासून एकच पेशी बनते. परागनळींतून पुंतत्वपेशी अंडाशयांत (Embryo) शिरून बीजकोशामध्यें (Embryo sac) असणाऱ्या गर्भाण्डपेशीशीं एकजीव होऊन गर्भधारणा घडून येते. मात्र ही उत्पन्न झालेली पेशी म्हणजे एक स्वतंत्र व्यक्ति असते. हें विसरतां कामा नये. गर्भ अगर बीज उत्पन्न होणें, हें स्त्रीपुरुषतत्वसंयोगाचा परिणाम होय.

कधीं कधीं क्षुद्र वनस्पतींमध्यें जननपेशीं कांहीं काल विश्रांतिस्थितींत असतांना जीवनकण संकुचित होतात व चलनवलनादि क्रिया बंद होतात. जागृतावस्था प्राप्त झाल्याबरोबर पुनः पूर्ववत् सर्व क्रिया सुरू होतात. सजीवतत्त्व जागृत झाल्यानंतर तें मूळ पेशी सोडून दुसरी पेशी तयार करितें, व त्या नवीन पेशीमध्यें जीवनकण, सचेतन शरीरें इत्यादि उत्पन्न करून आपले व्यवहार पूर्ववत् चालू करितें. ह्या प्रकारांत मूळ पेशी मृत होऊन त्यापासून दुसरी तयार होते, व पेशीची संख्या न वाढतां पूर्वीइतकीच कायम राहते. येथें सजीवतत्त्व कांहीं काल स्वस्थ पडून पुनः तरुण होतें. ह्यामुळें ह्या प्रकारास ' तरुणावस्थेंत शिरणें ' अगर तरुण होणें Rejuvenescence हें नांव यथार्थ आहे.

कळी सोडणें:—Budding स्वतंत्र केंद्रें एका पेशींत उत्पन्न करून केंद्रागणित एक एक व्यक्ति तयार होणें Free cell formation तरुण होणें (Rejuvenescence) व तसेंच स्त्री–पुरुषसंयोगामुळें गर्भधारणा होणें,

Fertilization हे सर्व प्रकार वनस्पतीच्या उत्पत्तीसंबंधाचे आहेत. ह्या-प्रकारानें वनस्पतीच्या निराळ्या व्यक्ति उत्पन्न होतात. ह्या चार प्रकारांव्यतिरिक्त जो प्रथम पेशीविभाग प्रकार सांगितला, त्यायोगानें मात्र पेशींची संख्या अधिक होऊन शरीरवर्धन होतें. अथवा वनस्पति लहानाची मोठी होते. बाकी इतर प्रकारांमुळें व्यक्ति संख्या अधिक होते. पेशीविभागाचे योगानें पेशींची संख्या अधिक होऊन त्या व्यक्तींची शरीरवाढ पूर्ण होते.

प्रकरण ८ वें.

पेशीजाल. (Tissue.)

मृदुसमपरिमाण पेशीः—(Soft parenchyma) पेशींच्या बाह्य पडद्याचा ज्या प्रकारचा वाढण्याचा कल असतो, त्या प्रकारचा आकार पेशीस येतो. सभोंवतालची परिस्थिति तसेंच अंतरसजीवतत्त्व ह्या दोन्हीवर पेशींचा आकार अवलंबून असतो. कांहीं पेशीं सर्व बाजूंनीं सारख्या वाढतात. अशा पेशींस समपरिमाण (Parenchymatous) मृदुपेशी म्हणतात. समपरिमाण पेशींच्या भित्तिका पातळ असून बहुतेक ह्यांची लांबी व रुंदी सारखी असते. कोंवळ्या लुसलुशित भागामध्यें समपरिमाण मृदुपेशी आढळतात.

लंबवर्धक पेशीः—(Prosenchyma) जसे जसे ते भाग, लांबी, रुंदीमध्यें वाढत जातात, तसे तसे ह्या पेशींत फरक होऊन दुसऱ्या प्रकारच्या पेशी तयार होतात. कांहीं पेशी दोन्ही टोंकास अणकुचीदार असतात. त्यांच्या भित्तिका चिवट व कठीण असतात. जेव्हां कोंवळा भाग वाढून जुना होऊं लागतो, तेव्हां समपरिणाम पेशींच्या जागीं ह्या लंबवर्धक (Prosenchyma) पेशींचा प्रादुर्भाव होतो.

सर्व पेशींची जाडी सारखी केव्हांही आढळणें शक्य नसतें. त्यांत कमी-आधिक अंतरघडामोडीप्रमाणें वाढ नेहमीं एक प्रकारची राहणें कठीण असतें. कांहीं जागीं वाढ अधिक जोमाची होऊन दुसरे जागीं ती अगदीं खुंटलेली

आढळते. ह्यामुळें दोन अधिक उंच वाढीच्या मध्यभागीं खांचा (pits) तयार होतात. कधीं कधीं असल्या खांचेस नळीसारखा आकार येतो. पेशींच्या अंतर बाजूकडील जाडी मळसूत्री, वळ्यासारखी, पट्टेदार वगैरे निरनिराळ्या प्रकारची असते. त्यापासून तयार होणाऱ्या वाहिन्यांचा (Vessels) आकारही त्याच प्रकारचा होतो.

वाहिनी (Vessels) व **पेशीजात** (Tissue) वाहिनीची कल्पना अशी करितां येईल कीं, डब्यावर डबे ठेवून सारखे रचित जावे, व प्रत्येक डब्याचें झांकण व बूड हीं दोन्ही काढून टाकिलीं असतां जो त्यास आकार येतो, तोच आकार वनस्पतींच्या वाहिन्यांस येतो. एकापेक्षां अधिक पेशीं एके ठिकाणीं जमून परस्पर संलग्न होतात व त्यांपासून एक विशिष्ट प्रकारचें काम वनस्पतिजीवन यात्रेंत घडतें. अशा संघास पेशीजाल (Tissue) म्हणतात.

जेव्हां वनस्पति एकपेशीमय असते, त्यावेळेस सर्व जीवनकामें त्या एकट्या पेशीस करावीं लागतात. पण बहुपेशीमय वनस्पतींत श्रमविभागाचें तत्त्व पूर्णपणें अमलांत येतें, त्या तत्त्वानुसार निरनिराळीं कामें निरनिराळ्या पेशी-जालास (Tissues) करावीं लागतात.

पेशीजाल होण्यांत पेशीसंयोग दोन तीन प्रकारचे आढळतात. कांहीं पेशी एकास एकसारख्या लागून त्यांचा जणूं धागा (Filament) बनतो. जसें, शैवालतंतु वगैरे. अशा ठिकाणीं हा तंतु त्याचें पेशीजाल असतें. उच्च वनस्पतिमध्यें तंतुमय पेशीजाल कांहीं भागांत असतें, म्हणजे तंतुमय जाल केवळ क्षुद्रवर्गामध्येंच असतें असें नाहीं. तर त्यांचा समावेश दोन्ही वर्गांमध्यें कमीअधिक प्रमाणांत असतो. कांहीं पेशी बाजूस वाढत गेल्यामुळें, त्यांपासून तयार होणाऱ्या पेशीजालांत दोन्ही लांबी व रुंदी आढळते. पण रुंदी मात्र अगदीं कमी असते.

जेव्हां पेशी तिन्ही दिशेनें वाढून पेशीजालें तयार होतात, अशा वेळेस पेशी जालामध्यें लांबी, रुंदी, व जाडी हीं तिन्ही येतात. उच्च वर्गांतील, तसेंच कांहीं क्षुद्र वर्गांतील वनस्पतींमध्यें नेहमीं आढळणारीं पेशीजालें ह्या प्रकारचीं असतात.

पेशीजालांतील पोकळया—जेव्हां पेशीजालें तिसऱ्या प्रकारचीं बनतात, त्या वेळेस पेशी कमी-अधिक आकाराच्या असून परस्परांस सारख्या न चिकट• ल्यामुळें पेशी पेशीमध्यें पोकळ्या Intercellularspaces उत्पन्न होतात; पण पेशी जेव्हां सारख्या रीतीनें परस्परांस संलग्न होतात, त्या वेळेस ह्या मध्य-पोकळ्या राहण्याचा संभव कमी असतो; पण जेथें वर्तुलाकृति पेशींचा संयोग होत असतो, त्या ठिकाणीं पोकळ्या रहावयाच्याच. मुळ्यांचे अथवा खोडांचे वाढते कोंब सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहिले असतां पेशीजालामध्यें पोकळ्या आढळत नाहींत. कारण, येथील पेशी सारख्या असून, व्यवस्थित रीतीनें परस्पर संयुक्त होतात. पण जुन्या खोडाचा अथवा त्यांमधील भेंडाचा पातळ भाग पाहिला तर पुष्कळ मध्य पोकळया आढळतात. कारण कोणत्याही रीतीनें तीन वर्तुलाकृति पेशी परस्पर जोडिल्या असतां त्यामध्यें थोडी बहुत पोकळी राहणारच व असल्या वर्तुलाकृती पेशींचा भरणा जुन्या भागांत अधिक असतो. नूतन कोंवळ्या भागांत ह्यांचा भरणा फार कमी असतो. व जसजसा तो भाग जुना होईल, त्या मानानें अधिकाधिक पोकळ्या उत्पन्न होतात. शिवाय वाढत्या पेशींवर कमी-अधिक दाब पडल्यामुळें पेशींचे पडदे कोपऱ्याकडे तुटून जाण्याचा संभव असतो, व जेव्हां तीन अथवा अधिक पेशी एके जागीं जमतात, तेव्हां कमी-अधिक दाबामुळें त्यांचे पडदे तुटतात. त्यावेळेस या पोकळ्या आपो-आप उत्पन्न होतात. पुष्कळ पोकळ्यांचा संबंध एकत्र होऊन त्यांपासून पेशी-मध्य मार्ग बनत जातात. हे मध्यमार्ग वनस्पतिशरीरांत सर्वत्र खिळले असतात. विशेषेंकरून पानांत अथवा पाणवनस्पतींच्या खोडांत ह्या पेशी-मध्य पोकळ्या, तसेंच त्यांपासून बनलेले हवापूर्ण मार्ग अधिक सांपडतात.

वाहिनीमयजालः—पेशी जालें वनस्पतिशरीरांत निरनिराळ्या प्रकारचीं असतात. पूर्वी वर्णन केलेल्या मृदु व दीर्घ पेशीजाला खेरीज वाहिनीमय (Vascular) जालाचा एक वेगळा प्रकार असतो. त्या जालांत फिरकीदार (Spiral) वळेदार वाहिन्या असतात. खांचेदार (Pitted) फिरकीदार (Spiral) वळेदार (Annular) पट्टेदार (Reticulated) तसेंच शिडीदार (Scalariform) वगैरे पेशी कशा उत्पन्न होतात व त्यांपासून उत्पन्न होणाऱ्या वाहिन्या Vessel त्याच आकाराच्या कां होतात हें मागील प्रकरणीं

सांगितलेंच आहे. खांचेदार वाहिन्या खाचेदार पेशीच्या रांगेपासून तयार होतात. मात्र पेशीबाह्य पडदा गळून गेला असतो. कधीं कांहीं कांहीं जागीं मध्य पडदा राहून त्यास अव्यवस्थित नळीसारखा आकार येतो. द्विदल धान्य वनस्पतीच्या लांकडामध्यें ह्या वाहिन्या (Vessel) इतर वाहिन्यांशीं नेहमीं मिश्रित झाल्या असतात. फिरकीदार, वळेदार व शिडीदार वाहिन्या विशेषेंकरून काष्ठामध्यें नेहमीं आढळतात.

लांकडाच्या बाह्य भागामध्यें चाळणीसारखे पदर आढळतात. येथील वाहिन्यांचे मध्य पडदे पूर्णपणें गळून न जातां छिद्रमय असल्यामुळें त्यांस चाळणीसारखा आकार येतो. हे मध्यपडदे अति पातळ असून पेशीपेशींचा अंतरसंबंध छिद्रांतून एकमेकांशीं राहतो. तसेंच छिद्रमय पडद्यावर पेशींतून पेशीघटक द्रव्यासारखा पदार्थ जमत जातो. त्यामुळें तो पातळ पडदा थोडा थोडा जाड होतो; पण छिद्रें बुजून न जातां जशींच्या तशींच कायम राहतात. चाळणीदार वाहिन्यास लागूनच दुसऱ्या पेशी असतात, त्यास चाळणीदार पेशींचें समगामी (Companion) ह्मणतात. ह्याचा संबंध चाळणीदार वाहिन्या तयार होत असतांना तुटला असतो. ह्या पेशी कमी रुंदीच्या असून त्यामध्यें जीवनकण व केंद्र पूर्वीसारखींच असतात. चाळणीदार पेशींमध्यें सजीवतत्त्व पूर्वीपेक्षां अधिक घन होतें व जुन्या पेशींमध्यें केंद्र वगैरे असत नाहीं.

सपुष्पवर्गामध्यें उन्हाळ्याचे अखेरीस ह्या चाळणीदार पेशींचीं छिद्रमय तोंडें पौष्टिक घटकद्रव्यें अधिक वाढल्यामुळें बंद होतात, व हिंवाळ्यांत तीच बंद झालेली स्थिति कायम टिकते. पण पुनः वसंतऋतु सुरू झाला म्हणजे तीं तोंडें आपोआप खुलूं लागतात, व घटकद्रव्यें विरघळल्यामुळें नाहींशी होतात.

वनस्पतिशरीर बहुतकरून वर वर्णन केलेल्या सर्व पेशीजालांनीं भरलेलें असतें. तीं जालें निरनिराळ्या प्रकारें एकामेकांशीं मिश्रित झालीं असतात. अमुक एक विशिष्ट प्रकारचें एकच पेशीजाल सांपडणें कठीण असतें. त्यांचा दुसऱ्या जालांशीं निकट संबंध येऊन मिश्रित स्थिति आढळते.

दुग्धरसवाहिनी जालें:—कधीं कधीं वनस्पतिशरीरांतून पांढरा दुधासारखा रस निघतो. ह्या प्रकारच्या रसवाहिन्या व त्यांचीं जालें कांहीं वनस्पतींमध्यें विशेष आढळतात. जसें करवीर, मांदारकुल, अफूचा वर्ग वगैरे. हा दुग्धरस

पौष्टिक असून कधीं कधीं आपोआप बाहेर गळलेला आढळतो. हा रस बाहेर वायां गेला असतां शरीरसंवर्धनदृष्ट्या तितका वनस्पतींचा तोटा होतो. कधीं कधीं हा दुग्धरस विषारी असतो, व त्याबरोबर निरुपयोगी द्रव्येंही वाहूं लागतात. व्यवहारामध्यें त्या दुग्धरसाचा फायदा होतो. त्यापासून व्यापारी जिन्नस तयार होतात. जसें अफू, रबर वगैरे.

पिंडजालः—कांहीं वनस्पतीमध्यें सुवासिक तेलें, तसेंच सांखरेसारखे गोड रस उत्पन्न करणाऱ्या पेशी आढळतात. आतां ही गोष्ट खरी कीं, अशा पेशींचें अस्तित्व सार्वत्रिक नसून, कांहीं विशिष्ट ठिकाणींच असतें. असल्या पेशींचा एकत्र संघ झाला असतां त्यास पिंडजाल (Glandular Tissue) म्हणतात. ह्या पेशींमध्यें सजीव तत्त्व कणीदार असून त्यांच्याच चांचल्यशक्तीमुळें हीं द्रव्यें तयार होतात. पिंडजालाचा पेशीमध्यें पोकळ्यांशीं संबंध येऊन पिंडांतून उत्पन्न होणाऱ्या पदार्थांचा सांठा ह्या पोकळ्यांत केला जातो. चोहोंबाजूंनीं वरील पेशी असून मध्यें पोकळी राहते, व ती पोकळी वाढत वाढत मोठी होते. फुलांतील मधुर रस, पानांतील तेलें अथवा मेण, खोडांत आढळणारे धूपादि पदार्थ, केसांतलि संरक्षणाकरितां उपयोगी पडणारा विषयुक्तरस, वगैरे पदार्थांचा उगम पिंडापासून होतो. फुलांतील मधुररस, फुलपांखरें चाखण्याकरितां येतात व त्यापासून केवळ स्त्रीकेसरफुलांची गर्भधारणा होते. कारण, पांखरें स्त्रीकेसर फुलांवर बसून परस्परांचा फायदा करून देतात. किडे, मुंग्या, अगर कीटक जेव्हां वनस्पतीस त्रास देऊं लागतात, त्यावेळेस त्यांचे विषारी केंस त्यांस बोंचलें असतां कीटकास वेदना होतात व त्यामुळें ते पुनः वनस्पतीस त्रास देण्याचे भानगडींत न पडतां दूर जातात. राळ, मेण, धूप, डिंक वगैरे पदार्थ व्यापारीदृष्ट्या उपयोगी पडतात.

पेशी जालाची रचना व मांडणी कांहीं विशिष्ट प्रकारची असते. प्रत्येक प्रकारच्या पेशीजालास कांहीं विशिष्ट काम करावें लागतें व त्या कामास योग्य अशी त्याची रचना बनते. जरी व्यवस्थित मांडणी झाली असते, तथापि सुद्धां प्रसंगानुसार निरनिराळ्या पेशीजालास आपलीं कामें सोडून दुसऱ्यांचीं कामें करावीं लागतात, अथवा आपलीं कामें संभाळून दुसऱ्यास मदत करावी लागते.

वाढता कोंबः—वनस्पतिशरीरांतील सर्व पेशीजालांचा संबंध वाढत्या कोंबामध्यें तयार होणाऱ्या पेशींशीं असतो, अथवा निदान त्यांचा उगम

असल्या वाढत्या पेशींपासून होऊन त्यास पुढें कायम व्यवस्थित स्वरूप आलें असतें. वाढत्या कोंबाचा पातळ भाग आडवा कापून सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें पाहण्याकरितां पूर्वीप्रमाणें तयार करावा. कापण्याचें पूर्वी पानें सर्व काढून केवळ कोंबाचा भाग पहावयास घ्यावा. सारख्या आकाराचे समपरिमाण पेशीजाळ (Parenchyma) सूक्ष्मयंत्रामध्यें दिसेल. पेशींतील जीवनकण अथवा केंद्रें सोडून पेशीजाळरचनेकडे लक्ष्य द्यावें. ह्यांत तीन प्रकारच्या पेशजिालाच्या मांडणी कमी-अधिक फरक होत जाणाऱ्या आढळतात, कोंवळ्या स्थितिमध्यें १ त्वचापदर (Dermatogen) २ अंतरालपदर (Periblem) व मध्यपदर (Plerome) अशा तीन प्रकारचीं पेशीजालें आढळतात. व ह्या तीन कोंवळ्या जालांत इतर पोटपेशी जालांचा अंतर्भाव होतो. पहिल्या त्वचापदरापासून Dermatogen बाह्यत्वचा Epidermis केंससंरक्षक पापुद्रे अथवा आवरणें (Scales) उत्पन्न होतात. दुसरा अंतरालपदर Periblem समपरिमाण असून त्यापासून साल (Cortex) अंतरत्वचा Endodermis वगैरे उत्पन्न होतात. पानांचा उगम ह्याच अंतराल पदरा (periblem) पासून होतो. तिसरा मध्यपदर (plerome) विशेष महत्त्वाचा असतो. परिवर्तुळ (Pericycle)संवर्धक पदर (Cambium)वाहिनीमय ग्रंथी (Vascular-bundle) मध्यंतराल पदर Medullary rays, काष्ट Xylem तंतुकाष्ट (Phloem) व भेंड (Pith) हीं सर्व जालें तिसऱ्या मध्यपदरा(plerome) पासून उगम पावतात. परिवर्तुळा (pericycle) पासून परिवर्तुळापर्यंत जो वाटोळा भाग उच्च वनस्पतींमध्यें आढळतो, त्यास स्तंभ (Stele) असें म्हणतात. म्हणजे वरील सर्व जालें स्तंभामध्यें अंतर्धान पावतात, व स्तंभाचा उगम ह्या तिसऱ्या मध्य पदरापासून होतो.

प्राथमिक स्थितींत पेशीवर्धक शक्ति सार्वत्रिक असते, पण पुढें ती स्थिति राहत नाहीं. पेशीवर्धक शक्तीमुळें नवीन पेशी उत्पन्न होऊन त्यास संकीर्ण स्वरूप मिळत जातें. निरनिराळीं पेशीजालें ह्या पेशीवर्धक शक्तीमुळें उत्पन्न होतात. जशीं जशीं तीं वाढत जातील, तसेंतसें त्यांस विशिष्ट संकीर्ण स्वरूप प्राप्त होतें. म्हणूनच बीज पेरून कोंवळ्या स्थितींत येणाऱ्या रोपड्यांत संकीर्ण जालें आढळत नाहींत. जसजसा रोपडा मोठा होत जातो त्याप्रमाणें प्राथमिक

पेशीजालास भिन्नभिन्न स्वरूपें मिळून निराळीं पेशीजालें बनत जातात. पेशीस कायमचें रूप मिळाल्यावर तिची वर्धक शक्ति नाहींशी होते. ही वर्धक शक्ति वाढत्या कोंबांतील पेशींत अधीक असते, यामुळें वाढते कोंब सारखे वाढत असतात. ह्याच शक्तीमुळें झाडांचे सर्व अवयव उत्पन्न होतात. जुन्या स्थितींत सुद्धां कांहीं विशिष्ट पदरास वर्धक शक्ति असते, म्हणूनच त्या पदरास संवर्धक पदर (Cambium) ह्मणतात. वाहिनीमय ग्रंथींमध्यें Vascular bundle काष्ट व तंतुकाष्ट (xylem &. phloem) पदाराच्यामध्यें हें संवर्धक पदर Cambium आढळतात. ह्या पदरामुळें काष्ट व तंतुकाष्ट अधीक रुंद वाढून त्याबरोबर वनस्पति रुंद होत जाते. पण कांहीं ठिकाणीं हा पदर कांहीं काल राहून पुढें नाहींसा होतो. अशा ठिकाणीं दुय्यम प्रकारची रुंदींत वाढ होत नसते. हा पदर ह्मणजे पेशी नवीन उत्पन्न करण्याचा एक जणू कारखाना आहे. नवीन पेशी उत्पन्न झाल्या असतां काष्टाकडे अथवा तंतूकाष्टाकडे जमत जाऊन दोन्हींचे पदर वाढतात. संवर्धक पदरांत सजीव सत्व व इतर सचेतनकण पुष्कळ असून ते नेहमीं चांचल्य स्थितीमध्यें आढळतात.

ही दुय्यम संवर्धकशक्ति केवळ ग्रंथींतील संवर्धक पदरामध्येंच असते असें नाहीं. कांहीं ठिकाणीं सालीमध्यें ही शक्ति एखाद्या पदरांत उत्पन्न होऊन सालीची वाढ होत जाते. वनस्पतीस दुखापत झाली असतां, अथवा एखाद्यानें वनस्पतीचा कांहीं भाग कापून काढिला तर, ती दुखापत भरून काढण्याकरितां अशाच प्रकारची संवर्धकशक्ति दुखाविलेल्या जागीं उत्पन्न होऊन हळूहळू नवीन पदर उत्पन्न होतात. येणेप्रमाणें तो दुखापत आपोआप भरून जाते. तात्पर्य एवढेंच सांगावयाचें कीं, गर्भाबरोबर आलेली संवर्धकशक्ति नेहमीं वाढत्या कोंबाकडे असते ग्रंथींमधील संवर्धकशक्ति दुय्यम असते. ह्याच दुय्यमशक्तीचा प्रादुर्भाव अवचित्प्रसंगीं इतर ठिकाणींही दृष्टीस पडतो.

पेशी रचनाः—सपुष्प वर्गांत तीन मुख्य जालें असून, त्यांच्या तीन विशिष्ट रचना आढळतातः—१ संरक्षक पेशी रचना. (Tegumentary tissue system) २ साल रचना. (Ground tissue system) ३ वाहिनीमय जाल रचना. (Fibrovascular tissue system) प्रथम सांगितलेलें मृदु पेशीजाल (Parenchyma) तसेंच दीर्घ पेशी जाल

(Prosenchyma) हीं दोन्ही वरील दुसऱ्या अथवा तिसऱ्या रचनेमध्यें इतर जालांशीं एकवटून गेलेलीं असतात, अथवा त्यामध्यें फरक होत जाऊन त्यासच भिन्नस्वरूप प्राप्त होतें व त्यांपासूनच वरील रचना तयार होतात.

संरक्षक पेशी जाल रचना:—मुळ्या, खोड, पानें तसेंच फुलांचे भाग ह्यास बाहेरचे अंगास विशेषेंकरून एक पेशी जाडीची कातडी असते, त्यांस बाह्य अथवा उपरित्वचा (Epidermis) म्हणतात. ह्या पेशी साधारणपणें चतुष्कोनी अगर वाटोळ्या असून त्यांची बाह्य बाजू मजबूतीची असते. उच्च वर्गामध्यें अथवा क्षुद्रवर्गामध्यें प्रत्येक वनस्पतीस संरक्षक त्वचेची जरूरी असते. जरी ही त्वचा एक पेशी जाडीची असते, असा साधारण नियम असतो; तथापि ह्यास अपवादही आढळतात. मुळ्यावरील जें टोपीसारखें आवरण असतें; त्याचा उगम ह्या पेशींपासून होतो. येथें एकापेक्षां अधिक पदर असतात. ह्या पदरांचा संबंध जमिनींतील कठीण पदार्थांशीं आल्यामुळें कांहीं पदर नेहमीं झिजून जाण्याचा संभव असतो, म्हणून असलीं आवरणें अधिक पदरांचीं बनलेलीं असतात. वड, उंबर, रबर, वगैरे झाडांच्या पानांत बाह्य त्वचा दोन अथवा तीन पदरी असते. बाह्य त्वचेच्या पेशी सारख्या चिकटल्यामुळें त्यांत मध्य पोकळ्या असत नाहींत. कोंवळ्या स्थितींत हवा अथवा उन्ह ह्यांपासून अधिक संरक्षणाची जरूरी असते. अशा वेळेस बाह्य त्वचेवर पातळ तातेसारखा पापुद्रा येतो. हा पापुद्रा त्वचेच्या बाह्यभित्तिकेशीं संलग्न असल्यामुळें संरक्षणास दुजोरा मिळतो. ह्या पापुद्र्यावर कधीं कधीं मेणाचें सारवण होतें. ह्यामुळें तर उष्णता. अगर थंडी ह्या दोन्हींचें चांगलेंच निवारण होतें. शैवाल तंतू वर्गांत (Spirogyra) बाह्यत्वचेवर बुळबुळीत डिंकासारखें सारवण बनतें. ह्याचा उगम बाह्यत्वचेच्या भित्तिकेपासून असतो. पाण्यांत उगवणाऱ्या वनस्पतींत मग ती कोंवळी असो, अगर जुनी असो. तिच्या बाह्य त्वचेवर असला पातळ पापुद्रा कधींही येत नाहीं. कारण अशा ठिकाणीं त्या पापुद्र्याची जरूरी नसते.

कोंवळ्या स्थितींत बाह्य त्वचेच्या पेशीमध्यें सजीव तत्त्व व सचेतन कण आढळतात, पण जुन्या स्थितींमध्यें बाह्य त्वचा बहुतेक मृत होते, अथवा झडून जाते. त्यावेळेस संरक्षणाचें काम सालीस करावें लागतें. बाह्य त्वचेच्या पेशींत

हरित् वर्ण शरीरें (Chloroplasts) बहुतकरून नसतात. परंतु कांहीं पाण्यांत उगवणाऱ्या वनस्पतीमध्यें, बाह्यत्वचेमध्येंसुद्धां तीं असतात. तसेंच त्वचारंध्रें (Stomata) जेव्हां तयार होतात, त्या वेळेस द्वाररक्षकपेशी (Guard-cell) म्हणून रंध्राजवळ असतात, त्यामध्यें हरित् वर्ण शरीरें असतात.

संरक्षक पेशीजालरचनेचा दुसरा महत्त्वाचा भाग म्हणजे त्वचा-रंध्रें होत. त्वचारंध्रा (Stomata) चा अंतरपोकळ्याशीं संबंध असल्यामुळें, त्या द्वारें आंतील हवा व बाहेरील हवा, त्यांचा परस्पर संबंध राहतो. त्वचा-रंध्रें वनस्पतींच्या जीवनकार्यांत फारच उपयोगीं पडतात.

बाह्यत्वचेमध्यें एका पेशीचे विभाग होऊन मध्य पडदा जाड होतो. पुढें तो आपोआप फाटून मध्यें लहान पोकळी राहते. ही पोकळी अथवा द्वार म्हणजे त्वचारंध्र (Stoma) होय. विभागलेल्या पेशीचा आकार अर्धचंद्राकृति असतो. त्यांत हरितूवर्ण तसेंच जीवनकण, केंद्र वगैरे स्पष्ट असतात. जरी मध्यें द्वार तयार होतें, तथापि त्या दोन्हीं पेशीचा संबंध टोंकांकडे राहतो. त्या पेशीद्वयास द्वाररक्षक (Guard-cell) हें नांव योग्य आहे. द्वाररक्षक पेशी व त्वचेंतील इतर पेशी त्यांत पुष्कळ फरक असतो. बाजूच्या पेशींत केंद्र, जीवन कण, साधारण असून त्यांत द्वाररक्षक पेशीमध्यें आढळणारीं हरितूवर्ण शरीरें असत नाहींत.

जेव्हां पाणी ह्या पेशीद्वारांत भरूं लागतें त्यावेळेस त्यांची अर्धचंद्राकृति जाऊन त्या जागीं वर्तुलाकृति येते, व जसें जसें पाणी अधिक शिरतें तसें तसें त्यांमधील द्वार अथवा रंध्र जास्त रुंद अगर मोठें होतें. त्याचप्रमाणें उलट पाणी जेव्हां कमी असतें त्या वेळेस तें रंध्र संकुचित होतें. रंध्र रुंद होणें अथवा संकुचित होणें ह्याचा परिणाम झाडाच्या बाष्पीभवनावर (Transpiration) होतो. ह्या विषयीं आपण अधिक विचार पुढें करूं.

वनस्पतीच्या शरीरांवर येणाऱ्या केंसांचा उगम बाह्यत्वचेपासून असतो. बाह्यत्वचेची एखादी पेशी बाह्यांगास अधिक वाढून केंस तयार होतो. केंस एक पेशीमय अथवा बहुपेशीमय असतात. मुळ्यावरील केंस नेहमीं एक पेशीमय असून त्याचें काम फार महत्त्वाचें असतें. जमिनींतील निरिंद्रिय द्रव्यें शोषण करण्याचें काम मुळ्यावरील केंसांतून होत असतें. खोडावरील अथवा

पानावरील केंस कधीं कधीं एकपेशीमय अथवा बहुपेशीमय आढळतात. त्यांच्या आकृतीप्रमाणें त्यास निरनिराळें स्वरूप प्राप्त होतें. साधारणपणें केंस वनस्पतीच्या सर्व भागांत आढळतात. फुलांतील नाजुक परागवाहिनीवर (Style) सुद्धां केंस येतात. असल्या केंसांची गर्भधारणक्रियेंत अप्रत्यक्ष मदत होते. परागवाहिनीवरील केंसास परागकण एकदां चिकटले असतां निघून जाणें शक्य नसतें. परागकणाची गर्भसंस्थापनेस प्रत्यक्ष जरूरी असल्यामुळें ह्या केंसाकडून त्या क्रियेस अप्रत्यक्ष मदत केल्यासारखी असते, नाहींतर गर्भधारणा मार्गें पडली असती.

कोंवळा भाग उन्हाच्या अथवा थंडीच्या कडाक्यानें करपून जाण्याचा संभव असल्यामुळें कोंवळ्या भागांवर केंस नेहमीं येतात, व त्यामुळें त्याचें संरक्षण होतें.

केंस जेव्हां जास्त कठीण व अणकुचिदार होतात, त्या वेळेस त्यास कांट्यासारखें रूप येतें. गुलाबावरील कांटे अशा तऱ्हेचें बाह्य त्वचेवरील कठीण झालेले केंस होत. असल्या केंसांचा अथवा कांट्याचा अंतर्भाव संरक्षक पेशीजाल रचनेंत होतो. ह्या कांट्यांस त्वकूकंटक हें नांव आहे. ह्यांचा उल्लेख पूर्वीं केलाच आहे.

साल (Cortex):–बाह्यत्वचेच्या नंतर आंतील बाजूस साल सुरू होते. येथील पेशी मृदु व दीर्घ असतात. पेशीमध्यें पोकळ्यांचा भरणा येथें विशेष असतो. पेशीच्या भित्तिका पातळ किंवा जाड असतात. त्यांची रचना अवयवा प्रमाणें कमी अधिक जाडीची असते. कोंवळें खोंड, पानें, उपपुष्प, पत्रें वगैरेमध्यें रंजित शरीरें (chloroplasts) पुष्कळ आढळतात. पानांत बहुतेक त्यांचा भरणा असतो. दुग्धरसवाहिन्या, व पेशीमध्यनलिका सालींत आढळतात. पुष्कळ वेळां मृदुजाल व साल हीं दोन्हीं समानार्थीं उपयोग करितात.

सालींत स्थानभिन्नत्वामुळें दोन प्रकारची जालें असतात. १ स्तंभबाह्य (Extrastelar). व २ स्तंभांतरगत (Intrastelar). स्तंभाचे बाहेरील अंगास असणारें जाल स्तंभबाह्य व स्तंभांत असणारे जाल स्तंभांतरगत होत. स्तंभबाह्यांत (Exodermis) अंतरालत्वचा व अंतरत्वचा (endodermis) असे दोन भिन्न पदर आढळतात. अंतरत्वचा (endodermis).

हा स्तंभबाह्य पदरापैकीं शेवटला पदर असतो. ह्यांत सत्त्वाचे कण किंवा इतर पौष्टिक द्रव्यें असतात. हिंवाळ्याचे सुमारास असल्या सात्त्विक पदार्थांचा सांठा ह्या पदरामध्यें असतो, पण जसा वसंतऋतु सुरू होतो, त्याप्रमाणें तो सांठा कमी कमी होतो. हिंवाळ्यांत पुष्कळ झाडांच्या क्रिया शिथिल असल्यामुळें नवीन अन्न फारसें तयार होत नाहीं. अशा वेळेस ह्या पौष्टिक साठ्यांचा उपयोग वनस्पति करीत असतात.

कोंवळ्या बुंधाचा पातळ आडवा छेद सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें पाहण्याकरितां तयार करावा. आयोडिनचा एक थेंब त्या भागांवर सोडून वर कांच झाकणी ठेवावी. आयोडिनमुळें सत्त्वाचे कण निळसर होऊं लागतात. अंतरत्वचेचा पदर जणूं निळ्या रंगाच्या कणांनीं गजबजलेला असल्यामुळें, सर्वांपेक्षां तो स्पष्ट दृष्टीस पडतो. बाह्यत्वचेनंतर व अंतरत्वचेपूर्वीं अंतरालत्वचा असते. प्राथमिक स्थितींत अंतरालत्वचेचे पदर साधे असून हळू हळू त्यांतही फरक होऊं लागतात. कधीं कधीं अंतरालत्वचेच्या पहिल्या पदरामध्यें वर्धकशक्ति उत्पन्न होऊन नवीन नवीन पदर बाहेरील व आंतील अंगास येत असतात. बाहेरील बाजूकडे येणारे पदर सारख्या चतुष्कोनी पेशीचे असल्यामुळें त्यांत मध्य पोकळ्या राहत नाहींत. आंतील पदर वाटोळ्या पेशीचे असून समपरिमाणी असतात. ही वर्धकशक्ति (Meristematic power) त्या पदरांत कायमची राहत नसते. ही शक्ति ती जागा सोडून दुसरे जागीं पुनः दिसूं लागते. बाहेरील बाजूकडील पदर सारखे असल्यामुळें संरक्षक होतात. बाह्यत्वचा (Epidermis). नेहमीं टिकत नाहीं. जसे जसे आंत नवीन पदर उत्पन्न होतात, तसतशीं बाह्यत्वचा मृत होते, व आंतील संबंध नाहींसा होतो. नवीन पदर ज्यास्त वाढल्यामुळें त्यांचा जोर अधिक होऊन बाह्यत्वचा फाटून गळूं लागते. ती झडून गेल्यावर आंतील नवीन पदर स्पष्ट दिसतात. ह्या पदरास पुढें संरक्षण करण्याचें काम करावें लागतें. कारण बाह्यत्वचा संरक्षक असते व ती गळून गेल्यावर दुसरे पदरास तिचें काम करणें भाग असतें व तें काम हे पदर करूं लागतात.

त्वचारंध्रें (Stomata). बाह्यत्वचेवर असल्यामुळें बाह्य हवा व अंतर वायू ह्यांचा संबंध बाह्यत्वचा असतांना राहत असे. पण ती गळून गेल्यावर जेव्हां आंतील चतुष्कोनी पेशीचे पदर सारखे येतात, त्या वेळेस तो संबंध

राहणें शक्य नसतें. पण ही स्थिति फार दिवस टिकत नाहीं. त्वचारंध्राप्रमाणें येथेंही लहान लहान द्वारें त्या नवीन पदरावर येतात. हीं द्वारें हिंवाळ्यांत आंतून बंद होतात. कारण त्यांचे आंतील बाजूस नवीन पेशी उत्पन्न होऊन त्यास अडोसा दिला जातो. एकदल धान्यवनस्पतींत खोडावर असले पदर व पदरभेदी द्वारें (Lenticel) फारशीं पाहण्यांत येत नाहींत. जें खोड दरवर्षी अधिक रुंद वाढतें, त्यामध्यें ही स्थिति अवश्य असते. कॉर्क नांवाचें झाड आहे त्यांत सालींतील संवर्धक शक्तीमुळें पुष्कळ पदर उत्पन्न होतात. हे पदर मऊ असून भेंडाळ असतात. ह्यांचा व्यापारीदृष्ट्या उपयोग होतो. ह्या पदरापासून बाटलीस लागणारीं बुचें तयार करितात. ह्यावरून त्या पदरास कॉर्क पदर म्हणतात व झाडासही कॉर्क वृक्ष म्हणतात. आपणही त्या पदरास कॉर्क ह्या नांवानें संबोधूं.

वनस्पतीच्या दुखविलेल्या अथवा कापिलेल्या जागीं संवर्धक शक्तीमुळें प्रथम मृदु पदर येत जातात. पुढें त्यावर ह्या कॉर्क पदरांचें आवरण येतें.

स्तंभांतर जालांपैकीं परिवर्तुळ (Pericycle) ग्रंथ्यंतराल पदर (Medullary rays) व भेंड (Pith) हीं मुख्य होत. ह्यांचा उगम— मध्यपदरा (Pleome) पासून होतो. द्विदलधान्यवनस्पतीमध्यें हीं जालें स्पष्ट असतात. पण एकदल धान्यवनस्पतींत खोड बहुतेक भेंडमय असून मधून मधून वाहिनीमय ग्रंथी आढळतात.

परिवर्तुळ एकदल तसेंच द्विदलधान्य वनस्पतींत बहुतेक चांगलें वाढतें. मुळ्यांमध्यें परिवर्तुळ एक पदरी अथवा बहुपदरी असतें. त्यापासून द्वितीयक मुळ्या उत्पन्न होतात. परिवर्तुळाच्या पेशी कधीं कधीं जाड होऊन त्यांपासून तंतू तयार होतात.

ग्रंथ्यंतराल पदर द्विदल धान्यवनस्पतीच्या खोडांत असून मध्यभागीं असणारें भेंड व बाहेरील परिवर्तुळ ह्यांचा संबंध त्यामुळें जडला जातो. एकदल वनस्पतीच्या खोडांत हे पदर असत नाहींत. कारण तें सर्वच भेंडमय असतें. तसेंच भेंड हीं द्विदलधान्य वनस्पतींत नेहमीं आढळते असें नाहीं. कांहींमध्यें तें अधिक असतें व कांहींत तें गळून जातें. भेंडाच्या पेशी बहुतेक मृदु असतात. कांहीं पाणवनस्पतींत परिवर्तुळाचा अभाव असतो. द्विदलधान्यवनस्पतींत

ग्रंथींची मांडणी वर्तुलाकृति व्यवस्थित असते, त्यामुळें इतर पेशीजालासही व्यवस्थित स्वरूप येतें. पण एकदल वनस्पतींत अशी स्थिति नसते.

कोंवळ्या स्थितींत वनस्पतीचें कवच (Bark) म्हणजे बाह्य त्वचा होय. पण ही त्वचा कायम टिकणारी नसून जसे जसे आंत कॉर्क पदर उत्पन्न होतात, तशी तशी बाह्यत्वचा गळून जाते. नवीन उत्पन्न होणाऱ्या कॉर्क पदरांपैकीं बाह्यपदर मृत होतात. कवचामध्यें (Bark) बाह्यत्वचेचे मृतपदर व कॉर्क ह्यांचा समावेश होतो. सालींमध्यें (Cortex) संवर्धक पदर जागजागीं उत्पन्न होऊन त्यांपासून कॉर्कपदर उत्पन्न होतात, व जे जे मृतपदर असल्या संवर्धक पदराचे बाह्यांगास आढळतात, त्यांस साधारणपणें कवच (Bark) असें म्हणतात. ह्या दृष्टीनें कवच कधीं बाह्यांगास पातळ असूं शकेल अथवा तंतुकाष्ठापर्यंत खोलवर जाईल. म्हणूनच कमी अधिक साल (Cortex), परिवर्तुळाचे तंतु Pericylic fibre) तसेच कठिण द्वितीय तंतुकाष्ठाचे पदर (Secondary phloem) व सर्वांशीं मिसळलेले कॉर्कपदर, हीं सर्व कवचामध्यें आढळतात. असलें कवच (Bark) द्विदल धान्य वनस्पतींत आढळतें. एकदल धान्यवनस्पतीमध्यें खरें कवच असत नाहीं. त्यांत वरील प्रकारचे संवर्धक पदर (Phellogen) वरचेवर उत्पन्न होऊन नवीन कॉर्क तयार होत नाहीं. त्यांचें खोड दरवर्षी रुंद होत नाहीं. रुंदीपेक्षां खोडाची वाढ लांबींतच अधिक असते.

बाह्यत्वचेनंतर पानांत लोखंडी गजासारखीं सरळ पेशीजालें आढळतात. त्यांत हरितवर्ण शरीरें पूर्ण भरलेलीं असतात. खालील भागीं तीं वाकडीं तिकडीं परस्पर गुंतून त्यास स्पंजासारखा आकार येतो. वरच्यापेक्षां खालील भागीं हरितवर्ण शरीरें कमी असतात. त्यामुळें तो भाग हिरवा गार नसतो.

वाहिनीमय ग्रंथी रचनाः—(Fibrovascular tissue system). ही सर्वांपेक्षां अधिक संकीर्ण असते, ह्यांतही क्षुद्रवर्गांत संकीर्ण स्वरूप फार कमी आढळतें. उच्च वर्गांत पेशींवर अधिक कार्य घडून त्या अधिक संकीर्ण होतात. गर्भांतील पेशी प्रथम साध्या असून पुढें त्या हळु हळु भिन्न स्वरूपाच्या होत जातात. संवर्धक शक्ति प्रथम सर्व साध्या पेशींत सारखी असते. पण त्यावर अधिक कार्य घडल्यामुळें त्यांचें साधे स्वरूप

नाहींसें होऊन त्यास संकीर्ण स्वरूप येत जातें, व अशाच रीतीनें ग्रंथी उत्पन्न होतात. ग्रंथी म्हणजे संवर्धक पेशींपासून अन्यरूप पावलेला विशिष्ट प्रकारच्या पेशींचा पुंजका होय. ह्या पुंजक्यांत कांहीं काष्ट (Xylem) व तंतुकाष्ठ (Phloem) पदर असतात. ह्या दोन्ही पदरांमध्यें संवर्धक पदर (Cambium) असून त्या योगानें नवीन नवीन पेशी दोन्ही बाजूस उत्पन्न होतात. कांहीं ग्रंथीमध्यें संवर्धक पदर असत नाहीं. असल्या ग्रंथीस जें एकदां कायम स्वरूप येतें त्यांमध्यें अधिक फरक पडत नाहीं. एकदल धान्य वनस्पतींत ग्रंथीं वरील प्रकारच्या आढळतात. येथील ग्रंथीस कायम स्वरूप प्राप्त झाल्यावर अधिक काष्ठ अगर तंतुकाष्ठ उत्पन्न होत नाहीं. संवर्धक पदर, काष्ट व तंतुकाष्ठ उत्पन्न करण्यांत खर्चून नाहींसा होतो. द्विदल वनस्पतीच्या खोडांत हा पदर नेहमीं आढळतो. मात्र ऋतुमानाप्रमाणें त्याची संवर्धक शक्ति अधिक तेजस्वी अगर मंद असते. त्यामुळें काष्ठावर मंद अथवा तेजशक्तीची द्योतक चिन्हें राहतात. त्यास काष्ठावरील वार्षिकवर्तुळें (Annual rings) म्हणतात.

प्रत्येक ग्रंथीमध्यें मुख्य दोन भाग असतात. १ काष्ठ (Xylem) व २ तंतुकाष्ठ (Phloem) ह्या दोन्हींमध्यें वर सांगितलेला संवर्धक पदर (combium) असतो. ग्रंथींसभोंवती पेशींचें म्यान असतें. म्यानांतील पेशीं जाड असतात. काष्ठ पदर आंतील बाजूस असून बाह्यांगास तंतुकाष्ठ पदर असतात.

काष्ठ पदर विशेष करून लंबवर्धक पेशींचे बनलेले असतात. पेशींची कातडी लांकडी होऊन त्यांत टणकपणा अधिक येतो. वाहिन्या (Vessels) व तंतू (Wood-Fibre) असे दोन वेगळे भाग काष्ठांत असतात. तंतूच्या पेशी अरुंद, दीर्घ व उघड्या तोंडाच्या असून त्यांत रसादि पदार्थ असत नाहींत. मध्यभागाकडे असणाऱ्या भेंडा (Pith) जवळ प्रथमकाष्ठ (Protoxylem) असतें. ह्यांत वाहिन्यांचा अधिक भरणा असतो. वाहिन्यांची उत्पत्ति पेशींवर पेशी येऊन मध्य पडदे नाहींसे झाल्यामुळें होते. तसेंच ज्या प्रकारच्या पेशीं-पासून ज्या वाहिन्या तयार होतात, त्यांस तोच आकार येतो. फिरकीदार (Spiral) वळेदार (Annular) वगैरे वाहिन्या येथेंच असतात. लांकडी तंतुमय भागामध्यें वाहिन्या जणूं बुडून गेलेल्या असतात.

मऊ (Soft) व कठिण (Hard) असे दोन प्रकारचे पदर तंतुकाष्ठांत असतात. मऊ तंतुकाष्ठ संवर्धक पदराजवळ असून त्यापासूनच त्याची उत्पत्ति होत असते. येथील पेशी मृदु समपरिमाणी (Parenchymatous) असतात. ह्यामध्यें पुढें चाळणीदार नळ्या (Sieve tubes) उत्पन्न होत जातात. ग्रंथीच्या बाह्य बाजूकडे कठिण तंतुकाष्ठ असतें. ह्याच्या पेशी लंब असून जाड कातडीच्या असतात. काष्ठाप्रमाणें फिरकीदार, वळेदार वगैरे वाहिन्या नसून फक्त मृदुभागांत चाळणीदार नळ्या असतात. पेशीवर पेशी रचून मध्य पडदे पूर्णपणें न गळतां छिद्रमय होऊन त्यास चाळणीदार आकार येतो.

संवर्धक पदरांतील पेशी द्विधा होत गेल्याकारणानें पेशींची संख्या अधिक होऊन काष्ठ व तंतुकाष्ठ हीं दोन्ही वाढतात. म्हणूनच द्विदलधान्य वनस्पति अधिक अधिक रुंद होत जाते. संवर्धक पदर एकदल वनस्पतींत नसल्यामुळें खोडाची रुंदी वाढत नाहीं.

कधीं कधीं तंतुकाष्ठांचे पदर ग्रंथीमध्यें दोन्ही टोंकास असतात. म्हणजे प्रथम तंतुकाष्ठ, नंतर संवर्धक पदर व पुढें काष्ठ असून पुनः तंतुकाष्ठ असतें, ग्रंथींत काष्ठांचे दोन्ही अंगास तंतुकाष्ठ असतें. दोडके, भोपळा, कारलीं वगैरे जातीच्या वेलांत असली रचना असते.

तसेंच काष्ठ (Xylem) व तंतुकाष्ठ परस्पर एकमेकाच्या बाजूस न आढळतां कधीं कधीं काष्ठाभोंवतीं तंतुकाष्ठ अथवा उलट तंतुकाष्ठाभोंवतीं काष्ठ आढळतें. जसें:–दर्शना, फर्न. दर्शनामध्यें ग्रंथीच्या मध्यभागीं तंतुकाष्ठ असून सभोंवतीं काष्ठाचें वेष्टण असतें, व फर्नमध्यें सभोंवतीं तंतुकाष्ठ असून मध्यभागीं काष्ठ असतें.

खरोखर ग्रंथी सालीच्या पेशीजालांत बुडालेल्या असतात. एकदल वनस्पतींत ग्रंथी भेंडाळभागांत बुडून जातात. तसेंच द्विदलवनस्पतींत मध्यभागीं भेंड असून बाह्यांगास साल असते. म्हणजे ग्रंथी ह्या दोहोंमध्यें आढळतात.

प्रकरण ९ वें.

अंतररचना.

मुळ्याः—पूर्वीप्रमाणें पावटा लांकडाचे भुसांत पेरून त्यावर पाण्याचा हबका द्यावा, व न वाळेल अशी व्यवस्था करावी. कांहीं दिवसांनीं वाढता कोंब, दोन डाळिंबी, आदिमूळ व त्यावरील द्वितीयक अगर त्रितीयक मुळ्यांच्या शाखा, तसेंच पानें वगैरे क्रमाक्रमानें दिसूं लागतील. खोड, पानें वगैरेंची विशेष विचक्षणा न करितां तूर्त आपलें लक्ष्य केवळ मुळें व उपमुळें इकडेच देऊं.

मुख्य मूळ भुसांत लांबवर गेलें असून त्यावर उपमुळें वरून खालीं फुटत जातात. उपमूळ जोरानें उपटलें असतां मुळावर त्याजागीं खोल भोंक पडलेलें आढळेल. ह्यावरून त्याची उत्पत्ति मुख्य मुळाच्या केवळ बाह्यत्वचेपासून होत नाहीं. त्याचा उगम आंत खोल असतो. मुळांवर तसेंच उपमुळ्यांवर बारिक बारिक केंस अग्राकडील भागाजवळ दृष्टीस पडतात. हे केंस सूक्ष्मयंत्रांत तपासिलें असतां ते एकपेशीमय आहेत असें आढळेल. केसांचा उगम बाह्यत्वचेपासून होतो. त्यांचा वनस्पति जीवनक्रमांत फार मोठा उपयोग असतो. हा उपयोग वनस्पतीच्या पोषणक्रियेंत फारच महत्त्वाचा असतो, जमिनींतून द्रव स्थितींत अन्नद्रव्यें शोषून घेणें हें काम ह्या केंसाद्वारें घडत असतें. केंसांतील जीवनकण शोषणकार्याकरितां फार तत्पर असतात. साध्या पेशीप्रमाणें, केंसांत केंद्र, सजीवतत्व, पेशद्रिव्यें, जडस्थानें, पेशीरस वगैरे आढळतात. केंसांचा संबंध जमिनीच्या खरखरीत भागाशीं नेहमीं येत असल्यामुळें ते वरचेवर झडून जातात. पण त्याबरोबरच नवीन केंस उत्पन्न होत असतात. हरितूवर्णी शरीरें (Chloroplasts) केंसांत आढळत नाहींत.

येणेंप्रमाणें केंसाचें परीक्षण झाल्यावर मुख्य मुळ्या पाहण्यास सुरुवात करावी. अग्राजवळ वस्त्र्यानें आडवा पातळ छेद घेऊन कांच पट्टीवर ठेवून पूर्वीप्रमाणें सूक्ष्मदर्शकयंत्रांतून दर्शक पाहण्याकरितां तो तयार करावा.

सूक्ष्मयंत्रांत हा भाग पाहतांक्षणीं असें दिसेल कीं, तो भाग निरनिराळ्या आकाराच्या पेशींचा बनलेला आहे. ह्या निरनिराळ्या थरांतील पेशी आपण बाहेरून क्रमानें आंत पाहूं.

प्रथम बाह्यत्वचा (Epidermis) दृष्टीस पडते, ती एकपेशीमय असून त्यापासूनच वरील केंस उत्पन्न होतात. बाह्यत्वचेनंतर साल (Cortex) आढळते. येथील पेशी मृदुसमपरिमाणी असून आंतील अंगांस अंतरत्वचा (Endodermis) असते. अंतरत्वचेंतील पेशींच्या भित्तिका जाड असतात. वाटल्यास आयडीनचा उपयोग करून पहावा, म्हणजे सात्विक कणामुळें ती निळसर दिसूं लागेल. अंतरत्वचेनंतर स्तंभ (Stete) दिसतो. स्तंभांत प्रथम परिवर्तुल (Pericycle) एक अगर दोन पदरी आढळते. मुळांतील परिवर्तुळ अधिक महत्त्वाचें असतें. कारण त्यापासून दुय्यम मुळ्या उत्पन्न होतात. परिवर्तुळांत कांहीं पेशी संवर्धक होऊन त्या बाहेरील अंगाकडे लंबदिशेंत वाढूं लागतात. संवर्धक पदराची पूर्ण सांखळी होण्यास परिवर्तुळाचा उपयोग होतो. परिवर्तुळानंतर आंत वाहिनीमय जाळें (Vascular bundles) असतात. प्राथमिक मुळांत ती केवल काष्ठाचीं अथवा तंतुकाष्ठाचीं असतात. संवर्धक पदर (Cambium) प्रथम तेथें असत नाहीं. काष्ठ व तंतुकाष्ठ यांचे दरम्यान संयुक्त जाल Cnojunctive tissue असतें. पुढें जेव्हां पूर्ण ग्रंथी तयार होते, त्यावेळेस संवर्धक पदर संयुक्तजालापासून उत्पन्न होतो. संयुक्त जाळें, काष्ठ अगर तंतुकाष्ठ ग्रंथींच्या डोक्यावर असणाऱ्या परिवर्तुळाकडून एकमेकांस जोडिलीं जातात, त्यामुळें संयुक्त जालांस अर्धवट नागमोडी वर्तुळाकृति येते. मध्यभागीं मेंड (Pith) असते.

काष्ठग्रंथीची रचना विशेष पाहण्यासारखी असते. परिवर्तुळाकडील बाजूस काष्ठाच्या पेशी वाटोळ्या व लहान असून मेंडाकडे ह्या मोठमोठ्या आढळतात. ह्या लहान पेशी प्रथमकाष्ठाच्या (Protoxylem) असून मोठ्या पेशी नूतन काष्ठाच्या असतात. म्हणजे कोंवळ्या मुळांत प्रथमकाष्ठ बाह्यांगास परिवर्तुळाजवळ असून, नवीन काष्ठाचे पदर आंत वाढत जातात. ह्याचे उलट खोडामध्यें काष्ठाची वाढ असते. मुळ्या व खोड ह्यांच्या वाढीसंबंधीं हा भेद प्राथमिक स्थितीमध्यें स्पष्ट असतो. पण जसें जसें मूळ मोठें होत जातें, त्याप्रमाणें हा भेद कायम राहत नाहीं. त्यांतील ग्रंथी केवळ साध्या न राहतां, पुढें निश्चित होत जातात. संयुक्तजालापासून संवर्धकपदर काष्ठ व तंतुकाष्ठ ह्या दोहोंमध्यें वाढतो. काष्ठवाढीची दिशा पूर्वीप्रमाणें अंतरवर्धिष्णु (Endogenous) न राहतां काष्ठाची वाढ बहिर्वर्धिष्णु होऊं लागते.

म्हणजे जुनें मूळ व खोड ह्यांतील ग्रंथीसंबंधीं रचना अथवा काष्ठवाढीची दिशा ह्यामध्यें फरक कांहीं राहत नाहीं. प्राथमिक कोंवळ्या स्थितींत दिसणारे फरक हळू हळू कमी होत असतात. ग्रंथीद्वयामध्यें असणारे संयुक्तजाल वाढून त्यापासून नवीन पेशी काष्ठाकडे तसेंच तंतुकाष्ठाकडे जमत जातात. तंतुकाष्ठ आपले दोन्ही अंगास वाढतें. तसेंच काष्ठ दोन्ही बाजूंस वाढून पसरत जातें. तंतुकाष्ठ व काष्ठ हीं दोन्ही द्विगुणित होतात. दोहोंमध्यें पेशीवर्धक संयुक्तपदर असतो. त्यामुळें, पूर्णग्रंथी होण्यास फारसें कठीण पडत नाहीं. तंतुकाष्ठाचे खालीं संयुक्तपदर असून, नंतर काष्ठ येतें. येणेप्रमाणें त्यापासून पूर्णग्रंथी तयार होतात. पूर्णग्रंथीची संख्या पूर्वींइतकीच कायम असते. कारण एक भाग तंतुकाष्ठ व एक भाग काष्ठ असे दोन भाग मिळून ग्रंथी बनल्यामुळें त्या द्विगुणित होण्याचा परिणाम संख्यावाढीकडे न होतां, त्यापासून पूर्वींची संख्या कायम राहते. जशी जशी मुळांत दुय्यम वाढ होऊं लागते, त्याप्रमाणें मध्यभागीं असलेलें भेंड (Pith) पूर्वींप्रमाणें आढळत नाहीं, तेंही कमी होत असतें. प्रथमकाष्ठाच्या चोहोंबाजूंकडे काष्ठपेशी वाढत गेल्यामुळें तें आपलें पूर्वींचें बाह्यस्थान सोडून आंतील बाजूस आल्यासारखें दिसूं लागतें, व पुढें तर नवीन काष्ठपेशींची वाढ बाहेरच होत गेल्यामुळें, तें कायमचें आंतील भागांत राहतें. ग्रंथीची रचना आंत अरुंद व बाहेर रुंद असते. सर्व ग्रंथी वर्तुळाकृतींतच परस्पर चिकटल्या असतात. एकंदरींत प्राथमिक व दुय्यम वाढींत पुष्कळ फरक होत जातात, हें वरील विवेचनावरून स्पष्ट कळेल.

मुळाचा आडवा छेद न घेतां तो सरळ उभा घेऊन सूक्ष्मदर्शकयंत्रामध्यें पाहिला असतां, पहिल्याप्रमाणें पेशीजालें लांबट व दीर्घ स्थितींत आडळतील. तंतुकाष्ठांत चाळणीदार नळ्या, काष्ठांमध्यें फिरकीदार व वळेदार वाहिन्या, पाहण्यास आढळतात. बाकी मुख्य तत्त्वांत फरक नसतो. नूतन काष्ठांत खांचेदार वाहिन्या व प्रथम काष्ठांत वळेदार अगर फिरकीदार वाहिन्या असतात. प्रथम व नूतन काष्ठ ओळखण्यास ह्यामुळें सुळभ पडतें.

शेवटलें अग्र वरच्याप्रमाणेंच सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून पाहिलें असतां, त्यांत चार किंवा पांच संरक्षक पदर आढळतात. आंत वाढती पेशी (Growing cell) असते. कधीं कधीं अग्राची बाह्यरचना टोपीसारखीच असते, हें पूर्वीं

पाहिलेंच आहे. वाढत्या पेशींत द्विधा होण्याची शक्ति मोठी जबर असून, त्यापासून मुळांतील इतर पेशीजालांचा उगम असतो.

कांहीं मुळांत वाढती पेशी (Growing cell) लहान असून, कांट-कोनाकृतींत ती द्विधा होत जाते. उच्च वर्गामध्यें वनस्पतींच्या वाढत्या कोंबांत असली वाढ नेहमीं असते. क्षुद्रवर्गांत वाढती पेशी मनोऱ्याप्रमाणें असून, ती समांतररेषेंत बुडाकडून आडवी द्विधा होत जाते, व नेहमीं मनोरी आकार वाढत्या पेशींत कायम असतो.

एकदल अथवा द्विदल वनस्पतीमध्यें मुळांच्या अंतररचनेंत मुख्य तत्त्वांत फारसा फरक नसतो. तंतुकाष्ठ व काष्ठग्रंथीची संख्या, एकदल वनस्पतींत अधिक असते. द्विदल अगर बहुदल वनस्पतीमध्यें मुळांत ग्रंथींची संख्या दोन पासून सहापर्यंत असते, पण एकदलांत ती संख्या आठपासून वीसपर्यंत सुद्धां आढळते. शिवाय येथील ग्रंथींची वाढ दुय्यम नसल्यामुळें प्राथमिक वाढ चांगली होते. तसेंच पूर्ण ग्रंथींमध्यें संयुक्त पदर न राहिल्यामुळें ग्रंथींची वाढ कायम व पूर्ण होते. द्विदल वनस्पतीमध्यें संवर्धक पदर ग्रंथींत असल्यामुळें वाढ पूर्ण अशी कधीं होत नाहीं. कारण संवर्धक पदरापासून नवीन पेशी उत्पन्न होतात, म्हणून द्विदल वनस्पतीमध्यें मुळांची रुंदी ही थोडथोडी अधिक वाढते. पण एकदलामध्यें मुळें अधिक रुंद न होतां त्यांस तंतुमय (Fibrous) आकार येतो. एकदलामध्यें मुळ्यांत भेंडाच्या पेशी जाड कातडीच्या असून त्या अधिक कठीण व चिंवट होतात.

एकदल वनस्पतीचीं मुळें तपासण्याकरितां मक्याचीं तंतुमय मुळें मका पेरून तयार करावींत. तीं सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहिलीं असतां वरील प्रकारची व्यवस्था त्यांत दिसेल.

जुन्या मुळांत खोडाप्रमाणें कवच (Bark) वाढतें. परिवर्तुळाजवळ संवर्धक शक्ति उत्पन्न होऊन बाहेरील अंगास कॉर्क पदर व आंतील अंगास दुसरे पदर उत्पन्न होतात. कॉर्क पदराचे बाह्यांगाचा अंतरसंबंध तुटल्यामुळें तो भाग वाळूं लागतो. संवर्धक शक्ति कांहीं काल नाहींशी होऊन पुनः कांहीं दिवसांनीं ती आंतील पदरांत उत्पन्न होते. त्यामुळें पूर्वीसारखे पदर पुनः उत्पन्न होतात. होतां होतां हे पदर ग्रंथींमधील तंतुकाष्ठापर्यंत सुद्धां पोहोंचतात.

असल्या संवर्धक पदराचे बाह्यांगाकडील मृत पदरास (Bark) असें म्हणतात. येथील कवचाचीं घटकजालें खोडावरील कवचाच्या घटकजालासारखींच असतात. जागजागीं कवचावर भेगा अगर चिरा पडतात. कांहीं वनस्पतींत हें कवच वर्षास झडून नवीन कवच त्या जागीं तयार होतें.

खोडः—सूर्यकमळाचें बीं पेरून त्याचें खोड सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहण्याकरितां तयार करावें. वस्त्र्यानें शक्य असेल तितका पातळ आडवा छेद कापून कांच पट्टीवर तो भाग ठेवण्याचे पूर्वीं पाण्याचा अगर ग्लिसरीनचा थेंब सोडावा व त्यावर तो भाग ठेवून कांच झांकणी (Cover slip) हवा आंत न राहील अशा बेतानें हळु सोडावी व यंत्रांतून पाहण्यास सुरवात करावी.*

यंत्रामध्यें आपणास काय काय दिसतें तें पाहूं:—

१ प्रथम उपरीत्त्वचा अगर बाह्यत्वचा (Epidermis) असून त्यावर तांतेसारखा पातळ पडदा कधीं कधीं आढळतो. हा पडदा संरक्षक असतो. बाह्यत्वचेपासून जागजागीं केंस उगम पावलेले दृष्टीस पडतात. ते केंस केवळ एकपेशीमय नसून बहुपेशीमय सुद्धां असतात.

२ दुसरा भाग म्हणजे साल (Cortex) होय. बाह्यत्वचेला लागून वाटोळ्या पेशीचे चार अगर पांच पदर आढळतात. ह्यांत हरितवर्ण शरीरें (Chlorophyll bodies) असून जागजागीं पेशीमध्यें पोकळ्या (Intercellular spaces) असतात. शेवटीं अंतरत्वचा (Endodermis) पदर असतो. कोंवळ्या खोडांत अंतरत्वचा चांगली ओळखितां येते. कारण त्यावेळीं त्यामध्यें सत्त्वाचे कण असतात. जुन्या खोडांत ही त्वचा ओळखितां येत नाहीं.

३ नंतर स्तंभ (Stele) सुरू होतो. स्तंभांतील मुख्य भाग म्हणजे वाहिनीमय ग्रंथी (Vascular bundle) व त्यांचे सभोंवतीं असणारे

* (हवेचे बुडबुडे आंत राहिले असतां मुख्य भागाकडील लक्ष्य कमी होऊन मन गोंधळण्याचा संभव असतो. अगोदर सूर्यकमळाच्या खोडाचे तुकडे करून ते स्पिरिट अगर अलकोहलमध्यें ठेवून देतात. त्यायोगानें ते तुकडे कठीण होऊन कापताना वस्त्र्याखालीं लवत नाहींत व त्याचे पातळ भाग चांगले घेतां येतात.)

संयुक्त पदर होत. पैकीं परिवर्तुळ (Pericycle) ग्रंथ्यतराल पदर (Medullary rays) तसेंच भेंड (Pith) हीं जाळें सालीसारखींच असतात. परिवर्तुळाचे कठीण तंतु बनून त्याचे पुंजके ग्रंथीच्या शेंड्याकडे दिसतात. ह्या तंतूच्या पेशी दीर्घ व जाडकातडीच्या असतात.

दोन ग्रंथींमध्यें समपरिमाण पेशीचा भाग असतो. त्यास अंतरालपदर (Medullary rays) म्हणतात. हे पदर, भेंड व अंतरत्वचा (Endodermis) जोडणारे मध्य सांधे आहेत.

ग्रंथीची रचना वर्तुळाकृति असते. सूर्यकमळ द्विदल वर्गांपैकीं असल्यामुळें खोडांतील ग्रंथीची मांडणी व्यवस्थित असते. काष्ठ, तंतुकाष्ठ व संवर्धक पदर, हे तिन्ही प्रत्येक ग्रंथीमध्यें असतात. अंतराल पदरामध्यें (Medullary Rays) कांहीं पेशी संवर्धक होऊन बाजूस असणाऱ्या ग्रंथींमधील संवर्धक पदराशीं त्या भिडल्यामुळें, खोडांत संवर्धक पदराचें पूर्ण वर्तुळ बनतें. अंतराल संवर्धक पदरामुळें (Inter fasciculer Cambium) अंतराळ पदर वाढत जातात. जशी जशी खोडाची रुंदी दरवर्षीं अधिक वाढते, त्याबरोबर नवीन अंतराळ पदर ह्या नवीन अंतराल संवर्धक पदरापासून उत्पन्न होतात. ह्या संवर्धक पदरापासून निराळ्या ग्रंथीसुद्धां उत्पन्न होतात. ह्या ग्रंथी ओळखण्याची मुख्य खूण म्हणजे त्यांत प्रथमकाष्ठ (Protoxylem) पदर असत नाहींत. शिवाय असल्या ग्रंथींचा संबंध पानांशीं येत नाहीं. प्राथमिक ग्रंथीचा संबंध नेहमीं पानाशीं असतो. नवीन ग्रंथी उत्पन्न होतातच असें नाहीं. जर ह्यापासून नवीन ग्रंथी तयार झाल्या नाहींत, तर पूर्वींच्या प्राथमिक ग्रंथी अधिक रुंद व मोठ्या होतात. सारांश ग्रंथींमध्यें संवर्धक पदर व अंतराल संवर्धक पदर, ह्यांत वाढीसंबंधानें फारसा भेद आढळत नाहीं. दोन्हीं पदर आपलीं संवर्धन कामें सारखींच करितात.

कोंवळ्या स्थितीपेक्षां पूर्णावस्थेस पोंचलेल्या खोडांत फारसा फरक होत नसतो. पूर्वींपेक्षां पदर अधिक होऊन त्यांतील प्रत्येक पेशी पूर्ण वाढलेली असते. बाह्यत्वचेमध्यें जागजागीं त्वचारंध्रें (Stomata) असून त्यांच्या द्वाररक्षक पेशीद्वयामध्यें हरितवर्ण शरीरें आढळतात. शिवाय खोड हिरवळ असल्यामुळें बाह्य त्वचेंत सुद्धां कधीं कधीं हरितवर्ण असतो. साल पहिल्यासारखीच असून

परिवर्तुळाच्या पेशी मात्र अधिक जाड होऊन त्यापासून चिवट तंतू बनतात. अशावेळीं तंतूंचे पुंजके निळसर रंगाचे असून स्पष्ट दिसतात. ग्रंथींतील वाहिन्या मोठ्या होतात. भेंडींतील पेशीं पहिल्याप्रमाणें रसाळ असत नाहींत. त्यांत जीवनकण फारसे आढळत नाहींत. हवा शिरून भेंड पूर्वीपेक्षां हलकें व पांढरें होतें.

खोडाचा उभा छेद सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पूर्वीप्रमाणें पाहिला असतां हीं सर्व जाळें लंब व दीर्घ स्थितींत असलेलीं आढळतील. परिवर्तुळाच्या जाड व परस्पर गुंतलेल्या तंतुमय शाखा स्पष्ट पाहण्यांत येतात. काष्ठांतील वाहिन्या (Vessels) व तंतुपदर तसेंच तंतुकाष्ठांतील चाळणीदार पट्टे वगैरे पाहावयास सांपडतात. आडवे व उभे भाग जेव्हां पांच सहावेळां सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहिले जातील, त्यावेळेस खोडाची खरी खरी अंतररचना माहीत होते.

कवचाची उत्पत्ति तिची कमी अधिक जाडी अथवा तिचे निरनिराळे घटक पदर वगैरे पूर्वी वर्णिले आहेत. एखादें जुनें लांकूड करवतीनें आडवें कापिलें असतां आंत लाकडावर निरनिराळीं वर्तुळें असलेलीं दृष्टीस पडतात. हीं वर्तुळें कशीं उत्पन्न झालीं, हा साहजिक प्रश्न उद्भवतो. लांकूड जितकें जुनें व अधिक रुंद असतें, त्या मानानें अधिक वर्तुळें असतात. नूतन व कच्च्या लांकडांत हीं वर्तुळें कमी असतात. वर्तुळांचा संबंध लांकडाचा जुनेपणा अथवा नवीनपणा ह्यावर पुष्कळ अवलंबून असतो. वर्षभर झाडांच्या अंतरक्रिया सारख्या चालतात असें नाहीं. कांहीं ऋतुंत संवर्धन काम जोरानें चालतें व कांहीं ऋतूंत तें काम मंद व शिथिल असतें. हिंवाळ्यांत विशेषेंकरून संवर्धन काम फार मंद चालतें. संवर्धक पदराची शक्ति उन्हाळ्यांत जोराची असून पुष्कळ काष्ठपदर उत्पन्न होतात. पण हिंवाळ्यांत ती शक्ति मंद होऊन काष्ठपदर नवीन तयार होत नाहींत. शिथिलता संपून, जेव्हां वसंतऋतु सुरू होतो, तेव्हां पूर्वीसारखी वाढ होते. त्या वेळेस पूर्वीची शिथिलता व नवीन वाढ दर्शविणारीं वर्तुळें पडतात. ह्यावरून वर्तुळें म्हणजे शिथिलतेनंतर संवर्धनशक्ति जोरांत सुरू झालेलीं द्योतक चिन्हें आहेत. तसेंच साधारणपणें वर्षांतून एकदां ती शक्ति शिथिल पडते, म्हणून त्या वर्तुळावरून झाडास अमुक वर्षें झालीं असें ठरवितां येईल. ज्याप्रमाणें जनावरांचीं वयें त्यांच्या दातांवरून सांगतां येतात, त्याचप्रमाणें झाडांचीं वयें लांकडांतील वर्तुळावरून अनुमानानें ठरवितां येतात.

एखादे वेळेस एका वर्षांत दोन वर्तुळें पडतात. कारण, त्या वर्षांत दोन ऋतूंमध्यें संवर्धक शक्ति मंद होऊन पुनः जोरानें सुरू होते. कच्च्या लांकडांपेक्षां जुन्या लांकडाचा रंगही वयाधिक मानानें पालटत जातो. हीं वर्तुळें हिंरवळ झाडापेक्षां मोठमोठ्या वृक्षांत चांगलीं स्पष्ट असतात. ह्याचें कारण मोठे वृक्ष पुष्कळ वर्षें टिकून त्यांत वर्षाचे वर्षास नवीन नवीन वर्तुळें तयार होतात, त्यामुळें जुनीं वर्तुळें जवळ जवळ आंत खेचिलीं जाऊन बाहेरील अंगास स्पष्ट व मोठीं वर्तुळें आढळतात. हिंरवळ खोड नाजूक असून बहुतेक वर्षभरच टिकण्याजोगें असतें. सूर्यकमलांत असलीं वर्तुळें असत नाहींत; कारण त्याचें खोड वार्षिक असतें.

एकदलधान्य वनस्पतीची रचना पाहण्याकरितां मक्याचें खोड पसंत करावें. ताजें खोड अथवा स्पिरिटमध्यें ठेविलेले तुकडे हीं दोन्हीं सारखीं उपयोगी पडतात. साधारणपणें मध्यम आकाराचें खोड कापण्यास घ्यावें, म्हणजे त्यामध्यें वाहिनीमयग्रंथी स्पष्ट पाहण्यास मिळतात. १ उपरित्वचा प्रथम आढळते. पेशी कांहींशा वांकड्या तिकड्या असून जाड कातडीच्या असतात. उपरीत्वचेमध्यें त्वचारंध्रें पुष्कळ वेळां दृष्टीस पडतात.

२ उपरीत्वचा अथवा बाह्यत्वचा झाल्यावर साल (Cortex) दिसते. सालींत पदर दोन तीन असून पेशी पिंगट रंगाच्या व जाड कातडीच्या आढळतात. अंतरत्वचा (Endodermis) परिवर्तुळ वगैरे स्पष्ट दिसत नाहींत मृदुसम परिमाण पेशीजालें (Parenchymatous ground tissue) पुष्कळ असून सर्व खोडाचा मध्य भाग त्यांनींच भरलेला असतो. वाहिनीमय ग्रंथी पुष्कळ असून त्या समपरिमाणी पेशी जाळांत जणूं बुडालेल्या असतात. समपरिमाण पेशी सतेज असून जीवनकणांनीं पूर्ण भरलेल्या असतात. बाहेरील बाजूकडील पेशींत हरितवर्ण शरीरें अधिक असतात. पेशीमध्यें पोकळ्या जागजागीं पुष्कळ दृष्टीस पडतात.

कोंवळ्या स्थितींत ग्रंथी वर्तुलाकृतींत रचिल्या असून, पुढें ही स्थिति कायम राहत नाहीं. कारण ग्रंथींची रचना अव्यवस्थित होऊन त्या चोहोंकडे त्याच स्थितींत पसरलेल्या आढळतात. बाह्यांगाकडील ग्रंथी लहान असून मध्यम अंगाकडील ग्रंथी पूर्ण वाढलेल्या व मोठ्या असतात. मध्यभागापेक्षां बाह्यांगाकडे

जास्त ग्रंथींचा भरणा असतो. प्रत्येक ग्रंथीसभोंवतीं जाड कातडीच्या पेशींचें म्यान असतें. जाड कातडीच्या पेशींचा रंग पिंवळट किंवा तांबुस असतो. ग्रंथीमध्यें काष्ठ (Xylem) व तंतुकाष्ठ P(hloem) असून संवर्धक पदराचा अभाव असतो. काष्ठवाहिन्या चार असून पैकीं फिरकीदार एक व वळेदार एक अशा दोन वाहिन्या प्रथमकाष्ठांत (Protoxylem) असून दुसऱ्या दोन खाचेदार बाह्यांगाकडे असतात. वाहिन्या सोडून काष्ठाची मध्य जागा बहुतेक काष्ठतंतूनीं भरलेली असते. काष्ठाचा आकार इंग्रजी V अक्षरासारखा असून निमूळतें टोंक मध्यभागाकडे असते. वरील रुंद व्हीच्या पोकळींत तंतुकाष्ठ चाळणीदार वाहिन्या व प्रथमतंतुकाष्ठ (Protophlœm) असतात. जसा आडवा भाग कापून वरील सर्व पदर दिसतात, तद्वत्च उभा सरळ भाग कापिला असतां ते सर्व दीर्घ स्थितींत अढळतात. बाकी इतर फरक नसतो. ग्रंथीमध्यें संवर्धक पदर अथवा अंतरालसंवर्धक पदर आढळत नसून त्यामुळें खोडाची रुंदी वाढत नाहीं; परंतु नारळ, ताड वगैरे झाडें एकदलधान्यवर्गांपैकीं असून त्यांचा बुंधा बराच मोठा व रुंद असतो. अथवा मक्याचें खोडसुद्धां कोंवळ्या स्थितीपेक्षां जुन्या स्थितींत आपल्या मानानें रुंद व मोठें होत असतें. जर असल्या खोडांची द्वितीय वाढ (Secondary Growth) संवर्धक पदराच्या अभावामुळें होत नसते, तर ही रुंदी व जाडी कोठून आली असा साहजिक प्रश्न उत्पन्न होतो. स्ट्रॅास बरगर साहेबाचें असें म्हणणें आहे कीं, पूर्वीं असलेल्या साळींतील पेशी अधिक ताणल्या जाऊन मोठ्या फुगतात, त्यामुळें खोडासही द्वितीय वाढ आली आहे असें वाटतें. शिवाय अग्राकडील वाढ प्राथमिक स्थितींत अति जोराची असून पुष्कळ पेशी उत्पन्न होतात. ह्या पेशींमुळें नवीन कांडीं व अंतरकांडीं जास्त रुंदीचीं होतात. तसेंच खोडास उलट्या शंकूसारखा आकार येतो. पण पुढें लवकरच सारखी वाढ होऊन उभा सरळ सोट बनतो.

घायपात, दर्शना वगैरेमध्यें खोडाची रुंदी दरवर्षीं थोडी अधिक वाढते. ही रुंदी ग्रंथीच्या संवर्धक पदरामुळें नसून स्तंभाच्या बाह्यांगांत म्हणजे परिवर्तुळामध्यें कांहीं पदर संवर्धक होऊन नवीन ग्रंथी उत्पन्न होतात, व त्यामुळें खोड थोडें अधिक वाढत जातें. दर्शनाच्या ग्रंथीमध्यें मध्यभागीं तंतूकाष्ठ असून सभोंवती काष्ठाचें वेष्टण असतें.

गवत, बांबू वगैरे तृण जातींत, ग्रंथी मध्यभागीं नसून बाहेरील अंगास वाढतात. मध्यभागांतील पेशी पुढें नांहींशा झाल्यामुळें खोडांत मध्यपोकळी उत्पन्न होते.

येथें एक गोष्ट सांगणें जरूर आहे कीं, एकदल धान्य वनस्पतींच्या खोडांत खरें कवच (True bark) नसून सालींच्या पेशी जाड कातडीच्या बनून त्याच कवचाचें काम देतात. दरवर्षीं साल झडून नवी कधीं येत नाहीं, खोडामध्यें वय दर्शविणारीं वर्तुळें (Annual rings) अथवा अंतराल पदरही आढळत नाहीं.

फर्नचा खोड याचप्रमाणें सूक्ष्मदर्शकयंत्रांत पाहिला असतां त्यांत एकापेक्षां अधिक स्तंभ (Steles) आढळतात. उपारित्वचा येथें असते खरी पण तिचें महत्त्व फारसें नसतें; कारण संरक्षण करण्याचें काम आंतील जाड कातडीच्या पेशींचें वर्तुळ करीत असतें. हें वर्तुळ दोन जागीं अपुरें असतें. ह्या दोन अपुऱ्या जागेचा त्वचारंध्रासारखा उपयोग होतो असें म्हणतां येईल. त्यामुळेंच अंतर्वायूचा बाह्य हवेशीं संबंध राहतो. साधारणपणें खोडांत तीन मुख्य जालें आढळतात. जागजागीं काळ्या रंगाचे पट्टे असून लंब दिशेंत जाड कातडीची पेशी जालें असतात. पिंवळट रंगाच्या वाटोळ्या ग्रंथी अव्यवस्थित असून इतर भाग मृदु समपरिमाण पेशींनीं भरलेला असतो. जाड कातडीच्या पेशींत लांकडी तत्त्व असल्यामुळें त्या टणक लांकडाप्रमाणें कठीण होतात. समपरिणाम जालांत मध्यपोकळ्या असून ह्या पेशींमध्यें सात्त्विक कण सांठविले असतात. ग्रंथीसभोंवती अंतरूत्वचेचा एक एक पदर असून अंतरत्वचेमध्यें सात्त्विक कण वगैरे असत नाहींत. परिवर्तुळांत सत्त्वाचे कण आढळतात. ग्रंथीचे मध्यभागीं काष्ठ असून दोन्ही बाजूस तंतूकाष्ठ असतें. संवर्धक पदर ग्रंथीमध्यें असत नाहींत. पूर्वींप्रमाणें काष्ठामध्यें अथवा तंतूकाष्ठांमध्यें निरनिराळ्या वाहिन्या असतात. एकंदरींत हें खोड एकदल अथवा द्विदल वर्गापेक्षां वेगळें असून ह्यांत अधिक स्तंभ असल्यामुळें असल्या खोडास बहुस्तंभी (Poly steler) म्हणतात. पूर्वींचीं खोडें एकस्तंभी असून त्यांत सर्व काष्ठादि पदरांचा समावेश होतो.

पानें:—पानाच्या अंतररचना मुख्य तीन असून व्यक्तिमात्र पानाच्या आकार मानाप्रमाणें ह्या तीन रचनेपैकीं, कोणतीना कोणती रचना प्रत्येकांत

आढळते. पानें देंठयुक्त अथवा देंठरहित असतात. देंठाची अंतररचना साधारणपणें कोंवळ्या खोडाप्रमाणें असते. देंठ पूर्ण वाटोळा नसल्यामुळें त्यांची रचना अर्धचंद्राकृति दिसते. त्याचे दोन्ही पृष्ठभाग निराळ्या रचनेचे दिसतात. काष्ठ पदर वरील पृष्ठभागाकडे वळलेले असतात. खोडामध्यें काष्ठ मध्यभागाकडे असतें. हा फरक देंठ व खोड ह्यांत चांगला दिसतो. ग्रंथींची संख्या दोन अथवा तीन असून, ग्रंथीमध्यें संवर्धक पदर फार वेळ नवीन पेशी उत्पन्न करण्याचें काम करीत नाहीं. अंतराल संवर्धक पदर (Inter fascicular Cambium) तसेंच साधारण अंतरत्वचा (Endodermis) ह्यांचा अभाव असतो. बाह्य त्वचेंत कधीं कधीं त्वचारंध्रें असून त्यांचा संबंध आंतील वायुयुक्त पोकळ्यां (Air chamber)शीं असतो. पानांप्रमाणें देंठामध्येंही हरितवर्ण पदार्थ (Chlorophyll) असतो.

पानाचा आडवा छेद घेणें फार कठीण असतें. कारण वऱ्याच्या पात्याखालीं कापण्याचे वेळीं तो भाग लवत जातो. म्हणून बटाटा उभा चिरून त्या चिरेंत पानाचा तुकडा ठेवून द्यावा. वऱ्यानें बटाट्याच्या भागासकट चिरेंत असलेलें पान कापावें म्हणजे पानाचा पातळ भाग कापिला जाईल अथवा धाटाचें भेंड उभें चिरून त्या चिरेंत पानाचा तुकडा ठेवून द्यावा, म्हणजे वरील पानाचा पातळ भाग कापिला जाईल. भेंड पात्याखालीं न लावतां कापण्यासही मऊ असतें. अशा रीतीनें कापून तयार केलेला पातळ भाग सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहण्यास सुरुवात करावी. मात्र त्यांत मध्यशिरेचा आडवा भागही यावा. कापण्यास आपण प्रथम सूर्यकमळाचें पान पसंत करूं.

१. मध्यशिरेंत एक वाहिनीमय ग्रंथी मोठी असून शिरेचा साधारण आकार अर्धचंद्राकृति असतो. खोलगट भाग हा वरील पृष्ठभाग असून बाहेर फुगलेला भाग अधःपृष्ठभाग असतो. दोन्ही पृष्ठभागांवर बाह्य त्वचेचा एक पेशीमय पदर असून त्यापासून जागजागीं केंस आलेले दृष्टीस पडतात. ग्रंथीमधील काष्ठावरील पृष्ठभागाकडे व तंतुकाष्ठ अधःपृष्ठभागाकडे आढळतें. बाह्यत्वचेनंतर आढळणाऱ्या रूमपरिमाण पेशीमालिकेंत हरितवर्ण शरीरें असतात, व त्यामुळें त्यांस हिरवा रंग आलेला असतो.

१. मध्य शीर पाहिल्यानंतर बाजूकडील भाग पहावेत. मध्यशिरेच्या बाह्य त्वचेचे पदर दोन्ही बाजूस तसेच वाढलेले आढळतात. त्वचारंध्रें अधःपृष्ठ-

भागावर पुष्कळ असतात. वरील पृष्ठभागावर अधःपृष्ठभागाचे मानानें त्वचारंध्रें मुळींच असत नाहींत असें म्हटलें असतां चालेल. द्वाररक्षक पेशींमध्यें हरितवर्ण शरीरें असून जवळच्या पेशींत सात्त्विक कण आढळतात. बाह्यत्वचेच्या इतर पेशींमध्यें कधींही सात्त्विककण सांपडत नाहींत. बाह्यत्वचेमध्यें पिंडमय केंस (Glandular hairs) ही असतात.

२. बाह्यत्वचेनंतर वरील पृष्ठभागांत लोखंडी गजासारख्या लांबट पेशींची मालिका (Palisade parenchyma) हिरवीगार असते. ह्या मालिकेंत पुष्कळ हरितवर्ण शरीरें असल्यामुळें पानांस हिरवागार रंग येतो. कधीं कधीं एका रांगेवर दुसरी रांग येते. मधून मधून अरुंद पेशींमध्यें पोकळ्या (Inter cellular spaces) आढळतात.

३. खालील भागीं लोखंडी गजासारख्या लंबपेशी न आढळतां स्पंजाप्रमाणें अव्यवस्थित जाळीदार पेशीमालिका वरील मालिकेशीं जुडलेल्या असतात. गजासारख्या लंबपेशीमालिका तसेंच स्पंजासारख्या जाळीदार पेशी मिळून बहुतेक पानांचा मध्यभाग भरलेला असतो. मधून मधून ग्रंथी अथवा ग्रंथीच्या फिरकीदार अथवा वळेदार वाहिन्या दृष्टीस पडतात. पानांच्या शिरा कठीण काष्ठाच्या बनल्या असतात. अव्यवस्थित स्पंजासारख्या पेशींमध्यें पोकळ्या मोठमोठ्या असतात. शिवाय त्वचारंध्रें अधःपृष्ठभागांवर अधिक असल्यामुळें त्यांचा असल्या पोकळ्यांशीं विशेष संबंध येतो. कधीं कधीं निरिंद्रिय द्रव्यें निरनिराळया स्फटिकमय आकृतींत रचलेलीं पानांमध्यें आढळतात. ह्या पानांत विशेष महत्त्वाची बाब म्हणजे दोन्ही बाजू निरनिराळ्या अंतररचनेच्या असतात. वरील पृष्ठभाग व अधःपृष्ठभाग ह्यांत रचनेसंबंधीं नेहमीं फरक असतो. वरील पृष्ठभाग अधिक हिरवा असून अधिक सफाईदार असतो, पण अधोभाग शिरांमुळें जास्त गडबडींत झाला असून त्यांत वरीलप्रमाणें हिरवा रंग नसतो. उन्हामध्यें असलें पान समोर धरिलें असतां अधोभागांत फिक्का रंग असतो, ह्याची साक्ष सहज पटेल. खोड किंवा मुळें ह्यांमध्यें दोन्ही बाजू सारख्या रचनेच्या असून मुख्य तत्त्वांत फरक नसतो. पानाची रचना वरील दोन्हींपेक्षां वेगळी असून, पाठ व पोट परस्पर भिन्न असतात. पानांस ज्या प्रकारचें काम करावें लागतें, त्यास योग्य असाच आकार येतो. तसेंच पाट व पोट भिन्न असल्यामुळें पानांस आपलें काम फार सोईनें करितां येतें, ह्याविषयीं पुढें सांग-

ण्यांत येईलच. पाठ व पोट भिन्नरचनेचीं असलेलीं पानें, नेहमीं द्विदल तसेंच एकदलधान्यवनस्पतींत आढळतात.

युकॅलिप्टसचें पान वरीलप्रमाणें सूक्ष्मदर्शक यंत्रामध्यें पाहिलें असतां बाह्यत्वचारंध्रें गजासारख्या लंबपेशीमालिका हीं सर्व दोन्ही बाजूंस सारखींच दिसतात, मध्यभागीं अव्यवस्थित स्पंजासारख्या जाळीदार पेशी व पेशीमध्यें पोकळ्या आढळतात. बाह्य त्वचेखालीं जागजागीं तैलोत्पादक पिंड (Oil glands) अथवा तैलबिंदूही दृष्टीस पडतात, एखादी दुसरी ग्रंथी स्पष्ट अथवा अस्पष्ट दिसते. ग्रंथीपासून शिरारज्जु (Vein strands) पानांत पसरल्यामुळें पानास जरूर लागणारी बळकटी मिळून पानाचा सांपळा मजबूत होतो. तसेंच द्रव पदार्थ अथवा पाणी इकडून तिकडे नेआण करण्याचें काम शिरारज्जूच करितात. सूर्यकमळाचे पानांत तसेंच युकॅलिप्टसचे पानांत अंतररचनेसंबंधीं पुष्कळ फरक असतो. येथें पाठ व पोट परस्पर भिन्न नसून दोन्ही बाजू सारख्याच असतात. झाडावर हीं पानें असतांना त्यांच्या दोन्ही बाजू सूर्यप्रकाशाकडे वळलेल्या असतात. नेहमीं साधारणपणें पानाची एक बाजू सूर्यप्रकाशाकडे वळते व दुसरी पहिल्या बाजूखालीं झांकली असते, अशा प्रकारचीं पानें बहुधा फारशीं नसतात.

रसाळ व मांसल पानांत पेशीजालें परस्पर भिन्न असत नाहींत. जसें— पानफुटी, तरवार, क्रॅसुला, स्मायलॅक्स, वगैरे. तरवारीचें पान आडवें कापून सूक्ष्मदर्शक यंत्रांत पाहिलें असतां पूर्वीप्रमाणें प्रथम बाह्यत्वचा व त्वचारंध्रें दिसतात. लोखंडी गजासारख्या अथवा स्पंजाप्रमाणें जाळीदार पेशी नसून, त्या वाटोळ्या व सारख्या थरावर थर असलेल्या दृष्टीस पडतील. हरितवर्ण शरीरें ह्या समाकारी (Homogeneous) पेशीमालिकेंत असतात. मध्यभागाकडे मोत्यांचे सराप्रमाणें इकडून तिकडे जाणाऱ्या समपरिमाण पेशीरचना पाहण्यास फारच मनोहर असतात. पेशीमध्यें पोकळ्या पुष्कळ असून, वरील मौक्तिकसरांनीं गुंफलेल्या आढळतात. नेहमींप्रमाणें ग्रंथी, तसेंच शिरारज्जु मधून मधून दृष्टीस पडतात. येथें एक गोष्ट लक्ष्यांत ठेवण्यासारखी आहे कीं, पानांतील ग्रंथींमध्यें केवळ काष्ठ व तंतुकाष्ठ असतें. त्यांत संवर्धकपदर असत नाहीं; पण सुरूच्या कांहीं जातींत पानें वरील प्रकारचीं असून, त्यांत अंतरत्वचा (Endodermis) दोनतीन पदरीं

परिवर्तुळ वगैरे स्पष्ट असतात, तसेंच ग्रंथीमध्यें काष्ठ व तंतुकाष्ठ पदरामध्यें संवर्धक पदर (Combium) असतो.

उपपुष्पपत्रांची रचना (Bracts) बहुतेक साध्या पानासारखी असते. पुष्पावरणें, हरित् किंवा पीतदलें हींसुद्धां एकप्रकारचीं पानें होत. त्यांची रचनाही मूलतत्त्वांत पानाप्रमाणें असते; ते भाग नाजूक असल्यामुळें कांहीं बाबतींत फरक पडत जाणारच. शिवायें त्यांचें काम वेगळें असल्यामुळें निरनिराळीं रंजित शरीरें त्यांच्या समपरिमाण पेशींत आढळतात.

प्रकरण १० वें.

कर्तव्यें.

वनस्पतीचीं मुख्य अंगें चार असून, प्रत्येकास कांहीं विशिष्ट काम करावें लागतें. हीं अंगें म्हणजे मुळ्या, खोड, पानें व फुलें होत. हीं सर्व अवयवें उच्च वर्गीय वनस्पतीमध्यें आढळतात, ही गोष्ट खरी; पण क्षुद्र वर्गीय वनस्पतींत हीं सर्व सांपडणें कठीण असतें. शिवाय क्षुद्रवर्गांत कांहीं वनस्पति तर एकपेशीमय असतात. अशा ठिकाणीं त्या एका पेशीसच सर्व कामें करणें भाग पडतें. एक पेशीमय वनस्पति साधी असून त्यांत संकीर्णता अगदीं नसते. जशी जशी अधिक संकीर्णता वनस्पतिशरीरांत उत्पन्न होत जाते, त्याप्रमाणें उच्चवर्गीय होऊं लागते. म्हणूनच शरीराच्या कमी अधिक संकीर्णतेप्रमाणें वनस्पतीस निरनिराळीं अवयवें उत्पन्न होऊन तीं क्षुद्र अथवा उच्च वर्गीय बनत जातात. अमुक एक वनस्पति उच्च वर्गीय आहे अथवा क्षुद्रवर्गीय आहे, हें ठरविणें तिच्या अवयवसंकीर्णतेवर पुष्कळ अंशीं अवलंबून असतें. संकीर्णतेबरोबर श्रमविभागत्व जास्त जास्त दृग्गोचर होत असतें. जेथें संकीर्णता नाहीं, तेथें श्रमविभागही नाहीं, हा सर्वसामान्य सिद्धांत वनस्पतिचरित्रांत नेहमीं पाहण्यास सांपडतो. उच्च वर्गामध्यें निरनिराळीं अवयवें असल्यामुळें व प्रत्येक अवयवांकडून निराळें काम घडत गेल्यामुळें, श्रमविभागत्व पूर्णपणें दृष्टोत्पत्तीस येतें. यावरून ज्या ज्या ठिकाणीं कामासंबंधीं अधिकाधिक वांटणी आढळते, त्या त्या वनस्पतींस उच्च वर्गाचीं समजणें गैरवाजवी होणार नाहीं.

वनस्पति उच्चवर्गीय असो वा क्षुद्रवर्गीय असो. प्रत्येकीस ' पोषण व प्रजोत्पत्ति ' हीं दोन कर्तव्यें सारखीं लागू आहेत. हीं दोन कर्तव्यें करणें अथवा तीं घडवून आणण्याची खटपट करणें, ह्याविषयीं वनस्पतीचें प्रत्येक अवयव आपआपल्यापरी वनस्पतीस उपयोगी पडतें. वनस्पतीचे सर्व भाग ह्याच कर्तव्यांत परोपरीनें निमग्न आढळतात. ही गोष्ट खरी कीं, प्रत्येक भागास उत्पत्ति करितां येणार नाहीं. अथवा पोषणही साधितां येणार नाहीं; पण त्यांचें अंतिम साध्य ह्या तत्त्वांकडे असतें, हें सहज दिसून येणार आहे. अप्रत्यक्ष रीतीनें कां होईना, पण प्रत्येक भागाचा प्रयत्न जीवनक्रमान्त ह्या गोष्टीविषयीं असतो. क्षुद्रपेशी अथवा मोठा वृक्ष हीं दोन्ही आपआपला जीवनक्रम आक्रमित असतात. दोन्हींमध्यें वर सांगितलेलीं मुख्य कर्तव्यें साधारण आहेत. क्षुद्रपेशी एकटी असल्यामुळें आपलीं कर्तव्यें पार पाडण्याच्या हेतूनें आपला क्षुद्र प्रयत्न करून शेवटीं पोषण व उत्पत्ति हीं दोन्ही साधते. मोठ्या वृक्षास निरनिराळीं अवयवें असल्यामुळें प्रत्येकाकडून वेगवेगळें काम करवून शेवटीं तो वृक्ष तीं दोन्ही अंतिमकर्तव्यें साधितो. प्रत्येकाच्या "शारीर"-संकीर्णतेप्रमाणें व श्रमविभागाच्या सोईप्रमाणें, प्रयत्नांत तसेंच रीतींत थोडा अधिक फरक असेल, पण मुख्य अंतिम साध्यांत फरक नसतो.

वरील चार अवयवांपैकीं पहिलीं तीन अवयवें पोषणक्रिया घडवून आणण्यांत खटपट करीत असतात. उत्पत्तीस शेवटलें एक अंग पुरें असतें. शिवाय शरीर पूर्ण वाढल्याखेरीज प्रजोत्पत्तीचा विचार अमलांत येत नाहीं. म्हणूनच उच्चवर्गांत अथवा क्षुद्रवर्गांत शरीरसंवर्धन पूर्ण झाल्यावर उत्पत्तीसंबंधाचीं अवयवें येऊं लागतात. तोंपर्यंत उत्पत्तीचीं अवयवें येत नाहींत. हें तत्त्व केवळ वनस्पतींमध्येंच दृष्टीस पडतें असें नाहीं, तर प्राणिवर्गामध्यें सुद्धां ही स्थिति आपण पाहतों. शरीर पूर्ण वाढून योग्य ऋतु येईपर्यंत उत्पत्तीसंबंधीं विचार प्राणिवर्गांतही नसतो. अवयवें प्रथमपासून असतील; पण त्यांमध्यें त्यावेळीं प्रजोत्पत्तिचैतन्य नसतें. ऋतु प्राप्त झाला व योग्य परिस्थिति जुळली, म्हणजे उत्पत्तिकार्य आपोआप घडून येतें. प्रत्येक वर्गाचा योग्य ऋतु व उत्पत्तिकाल वेगवेगळा असतो.

पोषणक्रिया घडविणें हें कांहीं साधें काम नाहीं; तें साध्य कराविण्यास तीन अवयवें अहोरात्र खटपट करीत असतात. नुसत्या अवयवांची खटपट होऊन

भागत नाहीं, तर त्यास योग्य परिस्थितीचीही जरूरी असते. अवयवें चांगलीं कामें करीत आहेत, पण जमिनींत अन्नाचा अंश मुळींच नाहीं, किंवा अन्न असून अवश्य लागणारें पाणी नाहीं, अथवा अन्न असून न मिळण्यासारख्या स्थितींत तें असलें, तर अशा स्थितींत अवयवें असून सुद्धां पोषणक्रिया कशी चालेल? व अवयवाच्या खटपटीचाही काय उपयोग होणार आहे? म्हणून खटपट व परिस्थिति यांची योग्य सांगड जुळून आली म्हणजे सर्व गोष्टी फलप्रद होतात. तीन निरनिराळीं अवयवें वेगवेगळ्या रीतीनें कामें करीत असून शेवटीं पोषण हें साध्य घडून येतें. तीन निरनिराळ्या कामांचा परिणाम पोषणक्रिया साधण्यांत होतो. निरिंद्रिय द्रव्यें शोषून घेणें, त्यावर रासायनिक क्रिया घडविणें, कार्बन आम्लवायु हवेंतून शोषून त्याचें विघटीकरण करणें, तसेंच शोषित निरिंद्रिय द्रव्यांशीं मिसळून त्यास सेंद्रियत्व आणणें, वगैरे क्रिया हीं अवयवें स्वतंत्र रीतीनें करीत असतात व त्या सर्वांचा परिणाम व उद्देश शरीरसंवर्धन व पोषण ह्यांकडे होतो. वरील सर्व क्रिया लक्ष्यांत घेतल्या असतां शरीरपोषण हें किती घडामोडीचें काम आहे, हें सहज कळेल. प्राणी आपलें भक्ष्य अवयवांच्या साधनांनीं जमवून पोटांत घेतो. पोटांत त्या कच्च्या अन्नावर निरनिराळ्या आम्लांचा रासायनिक परिणाम होऊन त्या अन्नास शुद्ध स्वरूप प्राप्त होतें. त्यावरही पुष्कळ निरनिराळ्या क्रिया घडून त्याचें शेवटीं शुद्ध रक्त बनतें. हें रक्त पोषक व निरोगी असून सर्व शरीरभर खेळिलें गेल्यावर त्यापासून शरीर–पोषण व संवर्धनकार्य आपोआप घडत जातें. म्हणजे जशा निरनिराळ्या प्रकारच्या क्रिया प्राण्यांच्या शरीरांत अन्नावर होऊन प्राण्यांचें शरीरपोषण होतें, तद्वतच् कांहीं प्रकारच्या क्रिया वनस्पतिअन्नावर होऊन वनस्पतिपोषण होत असतें. प्राणी व वनस्पतिवर्ग दोन्ही भिन्न असल्यामुळें त्यांच्या निरनिराळ्या रीतींत फरक असेल, पण मूळ साध्यांत फरक नसतो.

शरीरसंवर्धन झाल्यावर क्रमानें प्रजोत्पत्ति साधण्याकडे वनस्पतीचें लक्ष्य जातें. तें कार्य घडवून आणणारीं साधनें व अवयवें ह्यांचा हळूहळू प्रादुर्भाव होतो. फुलें हीं उत्पत्तीसंबंधाचीं अवयवें आहेत. क्षुद्र वनस्पतींमध्यें हीं जननेंद्रियें असत नाहींत. त्यांमध्यें उत्पत्तीसंबंधीं निराळी तजवीज असते. उच्चवर्गामध्यें पुरुषतत्त्व व स्त्रीतत्त्व ह्यांचा मिलाफ होऊन त्यापासून बीजोत्पत्ति होते, व बीजें म्हणजे पुढील प्रजा होत. गर्भधारणा उच्चवर्गांत ज्याप्रमाणें पूर्णत्वास आली

असते, त्याप्रमाणें क्षुद्रवर्गांमध्यें नसते. तथापि क्षुद्र वर्गांमध्यें जननेंद्रियाच्या मुख्य तत्त्वांत फरक नसतो. अतिक्षूद्र एकपेशीमय वनस्पतींत शरीरवर्धन व प्रजोत्पत्ति ह्यांत फरक आढळत नाहीं. मध्यम क्षुद्रवर्गांत निराळ्या जननपेशी (Spore) असतात. आतां ही गोष्ट खरी कीं, फुलासारखी जननपेशींची एका विशिष्ट जागीं योजना नसून जेथें त्यास योग्य जागा आढळते, त्याठिकाणीं त्या जननपेशींचा प्रादुर्भाव होतो. दोन विशिष्टतत्त्वांचा मिलाफही येथें कांहीं ठिकाणीं पाहण्यांत येतो. म्हणजे जशी जशी शरीरसंकीर्णता वनस्पतीमध्यें अधिक दिसून येते, त्याबरोबर इतर बाबींतही तेंच तत्त्व अधिक अधिक स्पष्ट होऊं लागतें.

जसें शरीरवर्धन हें एक अवश्य कर्तव्य असतें, त्याचप्रमाणें वंशवर्धनही तितकेंच महत्त्वाचें दिसून येतें. वंशवर्धन साधण्याकरितां वनस्पति आपल्या स्वतःचा नाश झाला तरी विशेष फिकीर करीत नाहीं. उद्दिष्ट हेतु साध्य करण्याविषयीं पूर्ण दृढनिश्चय असतो. पुष्कळशा वनस्पति अशा आहेत कीं, बीजोत्पादन झाल्यावर लागलीच त्यांस मृत्यु येतो. बीज तयार झाल्यावर मृत्यु येणार अशी जरी त्यांची खात्री असते, तथापि बीज उत्पन्न करणें हें आपलें अवश्य कर्तव्य आहे, असें वनस्पति समजतात. बालसंगोपन जसें प्राणिवर्गांत असतें, तद्वतच वनस्पतिवर्गांतही त्याचप्रकारचें आढळतें. बीजास रुजण्याच्यावेळीं उपयोगी पडण्याकरितां वनस्पति आपल्या घासांतून अर्धा घांस अलग करून त्यामध्यें सांठवितात. बीजें म्हणजे वनस्पतींचा वंश आहे. तेव्हां वंशवर्धनाकरितां व्यक्तीनें खटपट करणें अथवा मृत्यु आला असतां त्यास न डगमगणें, हें सर्वसिद्ध तत्त्व वनस्पतीपासून श्रेष्ठ प्राणिवर्गानेंही शिकण्यासारखें आहे, ह्यांत संशय नाहीं. कुळाची वाढ होण्याकरितां एक जीव नाहींसा होतो; पण त्याबरोबरच शेंकडों नवे जीव उत्पन्न होतात. हा सिद्धांत वनस्पतिवर्ग नेहमीं पाळीत असल्यामुळें, जीवनकलहांत इतक्या अडचणी असतांही त्यांचा वंश आजतागाइत अव्याहत चालला आहे.

असो; 'पोषण व उत्पत्ति' हीं वनस्पतिचरित्रांत मुख्य असून तीं वनस्पतींचीं अवयवें कशा रीतीनें साधतात, इकडे आपण लक्ष देऊं. जननेंद्रियांसंबंधानें विचार, पोषणविचार झाल्यावर मागाहून करण्यांत येईल. तसेंच फुलांचें बाह्यांगवर्णन, निरनिराळे प्रकार, गर्भसंस्थापना, गर्भ, वगैरेंचा उल्लेख तेथेंच करण्यांत येईल.

प्रकरण ११ वें.

ऑस्मासिस् क्रिया व मूलजनित शक्ति. (Root pressure)

शोषणक्रियाः—प्रथम मुळ्या जमिनींतून अन्न कसें जमा करितात व पुढें तें कसें खोडांत पोहोंचविलें जातें, ह्याचा विचार करूं.

मुळें जमिनींत घुसल्यावर त्यांस निरनिराळ्या फांद्या येऊन, अग्राजवळ प्रत्येक फांदीवर अथवा आदिमूळावर बारीक बारीक एकपेशीमय केंस येतात, हे केंस अन्न शोषून घेण्याचे कामांत वनस्पतींस उपयोगी पडतात. सजीव तत्त्व, केंद्र व इतर पेशीद्रव्यें ह्या केंसांच्या पेशींत नेहमीं आढळतात. जेव्हां यांचा मातीशीं संबंध येतो, त्या वेळेस दोहोंमध्यें ऑस्मॉसिस् क्रिया अथवा शोषणक्रिया सुरू होते. जमिनींत पाणी असून त्यामध्यें निरिंद्रिय द्रव्यें विरघळतात. केसांतील जीवन कणांची शोषकक्रिया जास्त असल्यामुळें बाहेरील द्रव्यमिश्रित पाणी पेशीभित्तिकेमधून आंत शिरतें. पाणी शिरल्यानंतर जीवनकण पातळ होऊं लागतात, पण पुढें लवकरच ह्या द्रव्याकरितां वेगळीं जडस्थानें उत्पन्न होऊन त्यांत तीं सांठविलीं जातात. जीवनकण भित्तिकेजवळ राहिल्यानें एकदां शोषण केलेलीं द्रव्यें बाहेर जाऊं शकत नाहींत. शुद्ध पाणी वाटल्यास बाहेर जातें. शुद्ध पाण्यास अटकाव नसतो. केसांत एक प्रकारचें आम्ल असून तें ऑस्मासिस क्रिया सुरू झाल्यावर थोडें बाहेर येतें व जमिनींतील पाण्याशीं मिसळतें. बाहेर आलेल्या आम्लाचा उपयोग सुद्धां वनस्पति चरित्रांत होत असतो. कारण जमिनींत साध्या पाण्यांत न विरघळणारीं पुष्कळ द्रव्यें असून, विरघळल्याशिवाय पेशीभित्तिकेंत तीं शिरणें फार कठीण असतें; म्हणून वनस्पति कांहीं तजवीज न करील तर त्यांचा पोषणास उपयोगही होणार नाहीं. मग अशीं द्रव्यें जमिनींत असून नसून वनस्पतीस काय उपयोग? पण ईश्वरी नियम असा आहे कीं, हीं द्रव्यें वायां न जाऊं देतां वनस्पतीस उपयोगी पडावींत म्हणून त्याकरितां तजवीजसुद्धां केली असते. असल्यानें विरघळणाऱ्या द्रव्यास विरघळून सोडणें हा त्या बाहेर येणाऱ्या आम्लाचा उपयोग असतो. खरोखर हा उपयोग मोठा महत्त्वाचा

असतो. त्यामुळें कठीण व टणक जमीन असली तरी त्यांतील द्रव्यें ह्या आम्लाचे योगानें विरघळतात. विरघळल्यानंतर हे पदार्थ पाण्याबरोबर पेशीचे आंत शिरतात. म्हणून हें आम्लाचे बाहेर जाणें तोट्याचें नसून फायदेशीर असतें. अशारीतीनें द्रव्य–मिश्रित पाणी शोषिल्यावर सजीवतत्त्व आपलें घटणात्मक कार्य सुरू करितें. ह्या शोषित द्रव्यांपैकीं कांहीं द्रव्यें नवीन सजीवतत्त्व उत्पन्न करण्यांत खर्चिलीं जातात. कारण सजीवतत्त्वांची परंपरा कायम राखिली पाहिजे. सजीवतत्वापासून पेशीभित्तिका अथवा तिची वाढ होत असते. कांहीं जीवनकण ह्या कामीं खर्च होऊन कांहीं जडस्थानें तयार करण्यांत खर्च होतात. याप्रमाणें कांहीं द्रव्यांची विल्हेवाट येथेंच लागते. तसेंच जुने केंस जमिनीच्या खरखरीत कणाशीं संबंध पावल्यामुळें झिजून शोषणक्रियेच्या कामीं निरुपयोगी होतात. त्यांची दुरुस्ती अथवा नवीन व्यवस्था करणें हें सजीवतत्त्वाचें कर्तव्य असतें.

हे केंस जमिनीच्या भुसभुशित व हवायुक्त पोकळ्यांत घुसून तेथून पाणी व त्याबरोबरच इतर उपयुक्त पदार्थ शोषण करितात. केंसाच्या बाह्यबाजूस जमिनीच्या मातीचे कण चिकटून राहतात. केंसाच्या बाह्यत्वचेमध्यें भित्तिकेवर चिकट डिंक उत्पन्न होऊन, त्या योगानें तीं द्रव्यें भित्तिकेवर घट्ट चिकटतात. तीं लवकर जात नाहींत. त्यांचा अर्धवट जवळ जवळ आंत शिरकाव झाला असतो.

पाण्याची उपयुक्तता—मुळें आपली जमिनींत घुसण्याची दिशा वारंवार बदलतात. जिकडे जिकडे त्यास मऊ जागा आढळते, अथवा जी जागा अन्न पुरविणारी असून जेथें पाण्याचा भरपूर सांठा असतो, त्या जागेकडे तीं आपला मोर्चा फिरवितात. मूळावर गुरुत्वाकर्षण शक्तीचा अंमल असतो, पण त्याबरोबरच आवश्यक कर्तव्य जें अन्नशोषण व संशोधन इकडे लक्ष्य पुरवून वारंवार दिशा बदलीत तीं खालीं खालीं घुसत जातात. मुळ्यांचें अग्र पाण्यास बंधीं फारच तीक्ष्ण असतें, असें म्हटलें तरी चालेल. त्यांस हें उपजत ज्ञान असतें. प्रथम मुळें जर खडकाळ थरांत घुसलीं असलीं व जवळच दुसरा पाण्याचा थर असेल, तर लागलीच त्यांस उपजतज्ञान होऊन त्यांचीं अग्रें पाण्याचें थराकडे वळूं लागतात. मुळांच्या वाढत्या बिंदूवर सर्द अथवा सुक्या परिस्थितीचा परिणाम होऊन वाढतां बिंदु सर्द बाजूकडे वाढूं लागतो, व

अशा वाढण्यानें गुरुत्वाकर्षण शक्तिसुद्धां मार्गे पडतें. शोषणक्रिया सुलभ होणें हें पाण्याच्या कमी अधिक अस्तित्वावर अवलंबून असते. जर पाणी नसेल तर क्रिया अजीबात बंद पडणार. उन्हाळ्यांत अथवा आवर्षणकालीं जमीन सुकी होऊन पाण्याचा थेंबही जमिनींत राहत नाहीं. अशा वेळेस जमिनींत बीं पेरिलें असतां उगवणार नाहीं. जरी कदाचित् थोडें वरून पाणी घालून उगवलें, तरी जमिनींत पाण्याच्या अभावामुळें तें चांगलें पोसणार नाहीं म्हणजे त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या मुळ्यांस आपल्या शोषणक्रिया पाण्याचे अभावें बरोबर रीतीनें चालवितां येणार नाहींत. शोषक क्रिया बेताच्या झाल्यामुळें अन्नांचा सांठा कमी होऊन झाड वाढावें तसें वाढत नाहीं.

मूलजनितशक्तिः-वनस्पतीस जरूर लागणारे निरिंद्रियक्षार व आम्लें हीं सर्व पाण्याबरोबर वनस्पतिशरीरांत शिरतात. ही शोषणक्रिया मुळाकडून होते. दुसऱ्या कोणत्याही अवयवास अशी शोषकशक्ति असत नाहीं. ऑसमासिस् क्रियेनें बाह्यत्वचेच्या केंसांत प्रथम जमिनींतून पाणी शोषिलें जातें व त्यामुळें ती केंसाची पेशी चोहोंबाजूंनीं तणाणते. जवळील सालीच्या पेशींत त्याच क्रियेनें पाणी जमत जातें. बाह्यत्वचेवर पुष्कळ केंस असल्यामुळें त्या सर्वांच्या आकर्षणामुळें पुष्कळसें पाणी आंत शिरून सालीचा प्रदेश तणाणून जातो. पेशींतील पाण्यामुळें भित्तिकेवर एक प्रकारचा अंतर्जोर पडला असतो. सालींच्या प्रदेशांतील प्रत्येक पेशी–भित्तिकेवर पाण्यामुळें उत्पन्न होणारा जोर पडून भित्तिका पूर्ण चोहोंबाजूंनीं तणाणल्या असतात व पाण्याचा उपसा झाल्याखेरीज नवीन पाणी आंत शिरणें शक्य नसतें. मुळाच्या मध्यभागांकडे स्तंभामध्यें (Stele) काष्ठान्वित पेशी असतात. बाह्य प्रदेशांत पाणी खेंचिलें असल्यामुळें त्या खेचण्याचा परिणाम आंतील भागांवरही होतो. ह्या काष्ठपेशींच्या नळ्यांसारख्या वाहिन्या खोडांतून पानापर्यंत गेल्या असतात. जेव्हां सालींतील पेशी–भित्तिका पाण्यानें तणाणून जातात, त्या वेळेस ह्या काष्ठवाहिन्या बहुतेक रिकाम्या असतात. खेचिलेलें पाणी अगदीं जवळच्या भित्तिकेंतून हळू हळू ह्या काष्ठवाहिन्यांत ओतिलें जातें; पुढें तें जवळील पेशींतील पाणी आकर्षून लौकर जलदीनें वर नेणें हा काष्ठवाहिन्यांच्या भित्तिकेचा स्वभावधर्म आहे. ह्याप्रमाणें पाण्याचा उपसा काष्ठवाहिन्यांत झाल्यावर पुनः नवीन पाणी केंसांतून पूर्वीसारखें शोषिलें जातें, व पूर्वीसारखीच तणाणलेली

स्थिति पेशींत येते. पण पूर्वीप्रमाणेंच त्याही पाण्याचा उच्छ्वास काष्ठवाहिन्यांत होऊन सारखा पाण्याचा प्रवाह वर जाऊं लागतो. खरोखर केसाच्या पेशी तसेंच सालीच्या प्रदेशांतील (Cortex) पेशी पंपाप्रमाणें पाणी काष्ठ-वाहिन्यांत खेंचून वर चढवीत असतात. पाणी खेचण्यास उपयोगी पडणारी शक्ति ही खरोखर मुळांतील पेशीच्या तणाण्यामुळें उत्पन्न झाली असते. ही शक्ति म्हणजे पेशीच्या तणाणण्यास मिळालेलें एक प्रकारचें प्रत्युत्तर होय. ह्याच शक्तीमुळें वनस्पतिशरीरांत पाणी सारखें वर चढत असतें. अशा शक्तीस मूलजनितशक्ति (Root Pressure) म्हणतात.

ही शक्ति केवळ पाण्याच्या जोरानें उत्तेजित असते, असें म्हणतां येणार नाहीं. ही उत्पन्न करण्यांत सजीवतत्त्वाचेंही साहाय्य असतें. तिला व्यवस्थित स्वरूप आणून ती सारखी चालू राखणें हें सजीवतत्त्वामुळेंच होतें. कारण जेव्हां पाणी ऑस्मॉसिस् क्रियेनें सालीच्या प्रदेशांत शिरतें, त्यावेळेस पेशींतील सजीवतत्त्व उत्तेजित होऊन त्या फाजील शिरणाऱ्या पाण्यास आपल्या कणांतून पुढें जाण्यास जागा देतें. सजीवतत्त्व संकुचित न होतां पाण्याबरोबर आपण आपलें घनत्त्व कमी करून पाण्यास दुसरे पेशींत जाण्यास सुलभ करितें. जर पाणी शिरलें असतां सजीवतत्त्व पातळ न होतां तसेंच राहते, तर पाण्यास पुढें जाण्यास जरा अडचण पडती. पण तसें न होतां व्यवस्थितपणें पाणी बाहेर दुसरे पेशींत जाण्याची तजवीज सजीवतत्त्व पातळ होण्यानें होते. काष्ठग्रंथींतील वाहिन्यांत सजीवत्त्वाचा अभाव असल्यामुळें त्यांत सारखें पंपाप्रमाणें पाणी ओतण्याची व्यवस्था झाली म्हणजे बस्स असते. सारखें पाणी ढकलल्यामुळें पहिलें पाणी वर वर चढत जातें. शिवाय हें पाणी पानांत पोहोंचल्यावर शिरांतून बाहेर हरित् पेशींत जातांना पूर्वीप्रमाणें पुनः ऑस्मॉसिस क्रिया सुरू होते. ह्या पेशींतील जीवनकणाचें घटक अधिक शोषक असल्यामुळें शिराच्या सर्द भित्तिकेपासून भराभर पाणी ओढून घेतात. रात्रीच्या वेळीं बाष्पीभवन बंद असल्यामुळें ऑस्मॉसिस् क्रिया व त्यामुळें मुळ्यांत पेशी तणाणण्यापासून उत्पन्न होणारा पाण्याचा जोर हीं दोन्ही चांगलीं दृष्टीस पडतात. अंतर् प्रदेश पाण्यानें तणाणण्यामुळें वाहिन्यांतून पाणी वर पानापर्यंत चढत जातें. दिवसा उजडीं पानांतील पाण्याचा उपसा होत असल्यामुळें ही क्रिया स्पष्ट दिसत नाहीं. रात्रीं पाण्यास बाहेर जाण्यास मार्ग नसल्यामुळें पानाच्या

अग्रांतून दंवासारखे बिंदू पानाच्या पृष्ठभागांवर चमकूं लागतात. पानांतील पेशींत फाजील पाणी भरल्यामुळें कधीं कधीं बाह्यत्वचा फाटून बाहेर पाणी गळूं लागतें. उन्हाळ्यांत असले प्रकार फारसे आढळत नाहींत. पानांतून अशा रीतीनें पाणी वाहणें म्हणजे खरोखर वनस्पतीचे एक प्रकारें नुकसान होतें. कारण ह्या पाण्यांत पुष्कळ उपयोगीं पडणारीं पौष्टिक द्रव्यें असतात. अशा पाण्याचें रसायन–शास्त्र–पद्धतीनें पृथक्करण केलें असतां किती तोटा होतो, हें सहज कळणार आहे. हीं निरिंद्रिय द्रव्यें अशा रीतीनें बाहेर न जातीं तर त्यांचा उपयोग वनस्पति–आयुष्यक्रमांत होऊन त्यांपासून पोषणकार्य घडलें असतें. तसेंच त्याचा परिणाम वनस्पतीच्या आरोग्यावरही झाला असता.

बाष्पीभवन होत नसतांना ह्या शक्तीचा जोर मोजितां येतो. वसंत ऋतूच्या सुरवातीस पानें हीं पूर्ण आलीं नसतां द्राक्षाचा खोड आडवा कापून टाकावा. ह्या कापिलेल्या भागांतून पाण्याचा प्रवाह बाहेर पडूं लागेल. हा प्रवाह मूल जनितशक्ति–परंपरेनें सारखा वाहत राहतो. द्राक्षाच्या खोडांतच हा चमत्कार दिसतो असें नाहीं. इतर पुष्कळ वनस्पतींमध्यें ह्या प्रकारचा चमत्कार दिसून येईल. लिंबाच्या खोडांतून कधीं कधीं अशाच प्रकारचा रस आपोआप गळत असतो. हा रस सुद्धां मूलजनित शक्तीचा एक प्रकार आहे.

मुळांचा जोर इतका असेल व त्यापासून असें कार्य घडत असेल, असें जोंपर्यंत पूर्णपणें माहीत नव्हतें, त्यावेळेस मुळावरील केसांत पाणी शिरणें तसेंच तें पाणी वर चढणें हीं कार्यें केशाकर्षक (Capillary) असावीत, असा समज होता. तेलामध्यें वात बुडवून ठेविली असतां, आपोआप हळू हळू वातीच्या अग्रांकडे तेल येत जातें. हा नैसर्गिक चमत्कार नेहमीं पाहण्यांत असतो. तद्वत्च तो चमत्कार वनस्पतिमुळांत पाणी शिरण्यासंबंधीं असावा, असा पूर्वींचा समज होता. सूक्ष्म मुळ्या अथवा मुळावरील केंस, हीं जमिनींतील पाण्यांत बुडालीं असून, जसें तेल वातींतून वर चढतें, त्याप्रमाणेंच पाणी त्या केसांतून आपोआप वर चढतें. तसेंच पाण्याच्या कमी अधिक घनतेप्रमाणें पाणी वर चढत असावें असा नेहमीं कोटिक्रम करण्यांत येत असे. कारण जितकें तेल पातळ असतें, तितकें तें लवकर वातींत शिरून वर येतें, तसेंच जितकें तें घन व घट्ट असतें, त्या मानानें तें सावकाश चढत जातें.

ह्याच प्रकारची पाणी वर चढण्याची क्रिया असावी, असें अनुमान काढीत असत; पण हा कोटिक्रम अलीकडील शोधाअंतीं चुकीचा ठरत आहे. एक तर कांहीं वाहिन्यांचीं बुडाकडे तसेंच अग्रांकडे तोंडें बंद असल्यामुळें अशा प्रकारची केशाकर्षक (Capillary) क्रिया त्यांमध्यें सुरू होणें अशक्य असतें. तथापि जरी अशी क्रिया सुरू झाली अशी कल्पना केली तरी, त्यामुळें पाणी दूरवर चढणें शक्य नसतें. फारतर थोड्या अंतरापर्यंत ह्या क्रियेनें पाणी-वर जाऊं शकेल. पण मुळाच्या क्षुद्रपेशीपासून खोडांत, तसेंच खोडांतून पानांस अथवा निरनिराळ्या फांद्या व पोटफांद्यांतून शेंड्यापर्यंत पाणी वर चढणें ह्या रीतीनें शक्य नसतें. कारण आम्हांस शेंड्यावरील पानांतून सुद्धां पाणी गळलेलें दृष्टीस पडतें. शिवाय ही गोष्ट उघड आहे कीं, पुष्कळ झाडांत जेव्हां बाह्यत्वचेपासून बाष्पीभवनाचा जोर कमी असतो, अशा वेळेस, द्रवात्मक रस जोरानें वर चढत असतो; म्हणजे बाष्पीभवनामुळें उत्पन्न होणारा अंतर् जोर नसतांनासुद्धां ज्याअर्थी रस जोरानें वर चढतो, त्याअर्थी दुसरी एखादी शक्ति अशी असली पाहिजे कीं, त्यामुळें हें रसाचें वर चढणें घडत असलें पाहिजे, व ती दुसरी शक्ति म्हणजे ‘ मूल जनित शक्ति ’ (Root pressure) असें आतां सिद्ध झालें आहे.

झाडांस पूर्ण पालवी फुटली नसतांना हिंवाळ्याचे शेवटीं व वसंत-ऋतूचे सुरवातीस हे चमत्कार विशेष पाहण्यांत येतात. खरोखर हिंवाळ्यांत झाडांतून पाण्याचें बाष्पीभवन कमी होत असतें, शिवाय ज्यांतून बाष्पीभवन होतें तीं साधनें म्हणजे झाडांचीं पानें हीं त्यावेळेस पूर्ण नसतात. म्हणून अशा चमत्कारांत बाष्पीभवन अथवा बाष्पीभवनोत्पादित जोर ह्यांचा मुळींच संबंध नसतो. केवळ ऑस्मॉसिस्क्रियेनें पेशींत पाणी शिरून मुळांच्या पेशी तणाणून त्यापासून उत्पन्न होणारा मुळांचा जोर (Root pressure) असल्या चमत्कारास कारणीभूत असतो. मुळांच्या शोषकक्रिया सभोंवतालच्या परिस्थितीवर अवलंबून असतात. विशेषेंकरून हवेची तसेंच जमिनीची उष्णता असली तर मुळाच्या जोरानें बाहेर जाणारें पाणी अधिक जोरानें वाहूं लागतें, व त्यामुळें वनस्पतीचें बरेंच नुकसान होतें. ज्यावेळेस बाष्पीभवन अधिकाधिक होऊं लागतें, त्यावेळेस मुळांत उत्पन्न होणाऱ्या जोरामुळें घडणारे चमत्कार कमी होऊं लागतात. तसेंच उलट जेव्हां हे चमत्कार अधिक होत असतात, त्यावेळेस

बाष्पीभवन कमी असतें, म्हणजे एकंदरींत ह्या दोन्ही क्रिया परस्पर विरोध वेळेंत चालतात, असें म्हटलें असतां चालेल.

मुळाच्या शोषक क्रियेस ऑक्सिजन वायूचीही जरूरी असते. जेव्हां मुळ्यांस पूर्ण स्वच्छ हवा मिळत असते, अशावेळेस त्यांची शोषक क्रिया जोरानें चालू राहते, पण स्वच्छ हवेच्या अभावीं ती क्रिया मंद होते. म्हणूनच शेतकरी जमीन नांगरून पूर्ण रंध्रमय करून टाकितो. त्यामुळें जमिनींत घुसणाऱ्या मुळ्यांस त्या रंध्रांतून स्वच्छ हवा मिळून तीं आपलें अन्न शोषण करण्याचें काम उत्तम करितात.

जमिनींतील क्षारांच्या प्रमाणावरही मुळाची शोषकक्रिया अवलंबून असते. जसें जमिनींत मीठ पुष्कळ असलें तर तेथील पाणी बहुतेक खारट असून मुळांत शिरण्या ऐवजीं मुळांतील पाणी कधीं कधीं बाहेर जाऊं लागतें.

जेव्हां वनस्पति लहान व कोंवळीं असते, त्यावेळेस तीस जरूर *लागणारें* पाणी व इतर पौष्टिक पदार्थ थोड्या प्रमाणांत पुरतात; पण जसें जसें ती वनस्पति वाढूं लागते, त्या प्रमाणांत तिच्या गरजा अधिक वाढत जातात. कोंवळेपणीं मुख्य मुळांवरील केंस अन्न शोषण करण्याचें काम करीत असतात, पण जेव्हां जून स्थिति येत जाते. त्यावेळेस केसांची जागा मोठी विस्तृत असण्याची जरूरी असते. म्हणूनच मुख्य मुळापासून पुष्कळ पोटफांद्याच्या अग्रा-जवळ नवीन नवीन केंस येतात. हे सर्व केंस आपले शोषणकाम करीत असल्यामुळें वनस्पतीच्या वाढत्या गरजा भागतात. नाहींतर अन्नशोषण कमी होऊन अन्नाचा खर्च जेव्हां जास्त होऊ लागतो, त्यावेळेस झाडास ओढती लागली असें म्हणतात. ह्या ओढतीचा वनस्पतीच्या आरोग्यावर परिणाम होऊं लागतो. प्रत्येक केंस आपल्या विशिष्ट जागेंत शोषणाचें काम करीत असतो, व ह्या रीतीनें जेव्हां सर्व केंस आपल्या कामांत गुंतले असतात, त्यावेळेस जमिनीची किती जागा त्याचें आकर्षण–अंमलाखालीं येतें, ह्याची कल्पना सहज करितां येणार आहे.

जमिनीच्या खरखरीत कणांशीं केंसाचा संबंध असल्यामुळें ते लवकर झिजून शोषणाचें कामांस निरूपयोगी होतात; पण सजीवतत्त्व त्यांचे ऐवजीं नवीन केंस उत्पन्न करण्याची सोय करून शोषण कामास अडथळा होऊं देत नाहीं.

वर्षाचे सर्व ऋतूंत अथवा एका दिवसाचे सर्ववेळीं मुळ्या आपलें शोषण-काम सारख्या वेगानें चालवितात, असें नाहीं; कांहीं ऋतूंत अथवा दिवसाचे कांहीं विशिष्टवेळीं तें काम जोरानें चालतें; तसेंच उलटपक्षीं कांहीं वेळीं तें मंद अथवा अगदीं शिथिल होतें. ह्याच फरकामुळें एका विशिष्ट ऋतूंत झाडांची वाढ मुळीं होत नाहीं. कारण त्यावेळीं मुळ्या आपलें शोषण-काम फारच मंदरीतीनें चालवितात. आतां असें कां होतें, ह्याचें समर्पक उत्तर देणें फार कठीण आहे, व अजून त्यासंबंधीं फारसे शोध झाले नाहींत. दिवसा व रात्रीं प्रकाश भिन्न भिन्न असल्यामुळें अथवा वर्षाचे ऋतूंत सारखा सूर्यप्रकाश नसल्यामुळें, त्याचा परिणाम मुळ्याच्या शोषक क्रियेवर होत असेल असें वाटतें. कोंवळेंपणीं शोषकपणामध्यें प्रकाशभिन्नत्वामुळें दिसणारा फरक फारसा आढळत नाहीं; पण जसा जसा जुनेपणा झाडांस येत जातो, त्याबरोबर हा फरकही दिसूं लागतो.

प्रकरण १२ वें.

बाष्पीभवन. (Transpiration.)

पाण्याची वाफ होऊन सभोंवतालच्या हवेंत मिसळणें हा बाष्पीभवनाचा नेहमींचा अर्थ होय. वनस्पतिशरीरांत ज्या पेशींचा हवेशीं संबंध येतो; त्या पेशींतून शरीरांत खेळणाऱ्या पाण्याची वाफ होऊन जेव्हां ती शरीराबरोबर हवेशीं मिसळते, त्यांसच वनस्पतीचें बाष्पीभवन म्हणतात. साधे बाष्पीभवन व वनस्पति–बाष्पीभवन ह्यांत फरक असतो. कारण एकाचा जीवनचरित्रावर कोणताही परिणाम होत नसून, केवळ पाण्याचे बिंदू बाष्परूप पावून हवेंत मिसळतात. जसें ओलें धोतर हवेंत धरिलें असतां कांहीं वेळानें त्यांतील पाण्याचे कण धोतरांतून उडून हवेंत मिसळतात, व आपोआप ते कोरडें होत जातें, अथवा हवेंतील उष्णतेमुळें धोतरांतील पाण्याची वाफ होऊन ती वाफ हवेंत मिसळून जाते व धोतर कोरडें होतें. धोतर निर्जीव वस्तू असून तें कोरडें झाली एवढीच क्रिया कायती ह्या साध्या बाष्पीभवनामुळें घडली. उन्हांत धोतर सारखें ठेविलें

म्हणजे तें कोरडें होतें. धोतराचे अंगांत तें लवकर वाळावें अथवा तें लवकर न वाळतां पुष्कळ वेळ तसेंच ओलें रहावें, ह्यासंबंधी व्यवस्था करण्याची कमी अधिक शक्ति नसते. कारण बोलून चालून तें पडलें निर्जीव; पण सजीव वनस्पतीचें तसें नसतें. वाफ कमी अधिक होऊं देणें. अथवा पाण्याचा सांठा कमी असेल तर फारशी वाफ होऊं न देतां तें पाणी पुष्कळ दिवस पुरविणें, अथवा जास्त पाणी असलें तर त्याची अधिक वाफ करून हवेंत सोडणें, वगैरे बाष्पीभवनांतील गोष्टी वनस्पति निर्जीव नसल्याची साक्ष पटवितात. म्हणजे बाष्पीभवनावर अंमल करणारी शक्ति वनस्पतिशरीरांत असून ती आपले इच्छेनुरूप परिस्थिति लक्षांत घेऊन बाष्पीभवन कमी अधिक होऊं देते. कारण ह्या बाष्पीभवनाचा परिणाम त्या वनस्पतीच्या जीवनचरित्रावर होत असल्यामुळें त्यास निराळें स्वरूप आलेलें असतें. बाकीं वाफ होऊन हवेंत मिसळणें हें साध्या बाष्पीभवनांत तसेंच वनस्पति–बाष्पीभवनांत सारखेंच असतें. एकावर अंमल करणारी शक्ति असल्यामुळें ती वाफ करण्याचीं साधनें कमी अधिक करून बाष्पीभवनावर आपला अंमल गाजविते; पण दुसऱ्यांत ती शक्ति नसल्यामुळें परिस्थितीचा अंमल उलट तिजवर चालतो.

एका लहानशा भांड्यांत कांहीं मिश्रित पाणी उन्हांत ठेविलें असतां बाष्पीभवन सुरू होतें. मिश्र वस्तूपैकीं ज्या वस्तू पाण्याचे बाष्पीभवनाबरोबर हवेंत जाण्यासारख्या असतात, त्या पाण्याबरोबर वाफ होऊन हवेंत मिसळतात, व बाकी उरलेलें मिश्रण जास्त घन हात. तसेंच त्या घन रसांत शोषण शक्ति उत्पन्न होते. पाण्यांत साखर, नायाट्रिक, सल्फ्यूरिक तसेंच फॉस्परिक आम्लें यांचें सूक्ष्म प्रमाण मिसळून उथळ भांड्यांत वरीलप्रमाणें हळू हळू सूर्यप्रकाशांत बाष्पीभवन होऊं दिलें असतां खालीं भांड्यांत घन रस राहतो, व ह्या घनरसाच्या अंगीं आपले सभोंवतालचे पदार्थांतून पाणी शोषून घेण्याची शक्ति उत्पन्न होते. ह्याच तत्त्वानुसार वनस्पतीच्या बाह्य पेशींतून हवेंत बाष्पीभवन होऊन पेशींतील द्रवरस घन होतो, व जवळच्या पेशींतून पुनः पाणी शोषून घेण्याची शक्ति त्या घनरसांत उत्पन्न होते. दोन पेशींत सारख्या घनतेचें पाणी असून एका पेशींतून पाण्याची वाफ होऊन हवेंत जाऊं लागेल

तर त्या दोन्ही पेशींतील घनतेचें समत्व कधींही कायम टिकणार नाहीं. थोडा अधिक फरक त्या दोहोंत पडणारच. आपण अशी कल्पना करूं कीं, एकावर एक पेशी सारख्या रचिल्या असून त्यास सांखळीसारखा आकार आला आहे. तसेंच सर्व पेशीमध्यें सारख्या घनतेचा रस खेळत आहे. ह्यांपैकीं डोक्यावरील एक पेशी जर हवेकडे उघडी असली तर त्यांतून रसाचें बाष्पीभवन होऊन वाफ हवेंत मिसळत जाईल. बाष्पीभवनामुळें त्या पेशींतील रस घन होईल. पण त्याबरोबरच खालील पेशींतून रसाचें आकर्षण होऊं लागेल. हा रस वर गेल्यामुळें तेथेंही त्यास घनत्व मिळन तिसऱ्या पेशीरसावर त्याचा परिणाम होईल. याप्रमाणें पेशीपासून पेशींत घनत्व उत्पन्न होऊन सर्वांत खालीं असणाऱ्या पेशींतही रस घन होईल, व एकप्रकारचा खालून वर जाणारा सारखा प्रवाह सुरू होईल. अशा प्रकारचा रसप्रवाह बाष्पीभवनामुळें खालून वर जाणारा वनस्पति–शरीरामध्यें दृष्टीस पडतो. जमिनींतून शोषिलेलें पाणी प्रत्येक पेशींतून खालून सारखें वर चढत जातें. ह्या प्रवाहाचा उगम खरोखर मुळ्यावरील केंसांत होऊन, अखेर पानांतील उघड्या तोंडाच्या पेशींत होतें, असें म्हटलें तरी चालेल.

अशा प्रकारचा वर जाणारा प्रवाह काष्ठवाहिन्यांतून वर पानापर्यंत चढत जातो. खोडाच्या काष्ठवाहिन्याचा संबंध पानांतील शिरांशीं असल्यामुळें खोडांतून पानाच्या शिरांत तो प्रवाह येतो. वाहिन्या अरुंद असल्यामुळें रस लवकर वर चढण्यास सोपें पडतें. काष्ठवाहिन्या, खाचेदार, मळसूत्री अथवा वळेदार असल्यामुळें त्यांतून जाणारा रस सारखा खालून वर चढतो. रसवाहिन्यामध्यें जीवन कण नसून त्यांत प्रवाह कमी अधिक मोठा करण्यास उपयोगीं पडणारे पडदे (Valves) मात्र असतात.

प्रवाह काष्ठांतून वर जातो. ह्या संबंधाचे पुष्कळ प्रयोग झाले आहेत व प्रत्येकांत तेंच तत्त्व सिद्ध झालें आहे. खोडावरील साल इंचभर जागेची काढून टाकिली तरी वर जाणारा प्रवाह ह्यामुळें थांबत नाहीं. तो पूर्वीप्रमाणेंच सारखा वर जात असतो. तसेंच जेथें तो प्रवाह पोहोंचतो तीं पानें सुद्धां पूर्वीसारखीं घट्ट व चिवट राहतात. प्रवाह जर पोहोंचला नसता तर, पानें सुकीं पडलीं असतीं. आतां केवळ साल (Cortex) न कापतां काष्ठपदर त्याबरोबरच जर कापून टाकिले, तर मात्र वर जाणारा प्रवाह तावडतोब बंद होऊन वरील पानें गळल्यासारखीं होतील. यावरून असें सिद्ध ठरतें कीं, बाह्यत्वचा

अथवा सालीचे पदर ह्यांतून रसप्रवाह वर चढत नसून केवळ काष्ठवाहिन्यांतून तो वर चढत जातो.

ह्याप्रमाणें काष्ठवाहिन्यांतून वर चढणारा रस शिरांतून वरच्या पृष्ठभागांत येतो. ह्या रसांत विरघळलेले निरिंद्रिय पदार्थ असतात, हें विसरतां कामां नये. निरिंद्रिय पदार्थांवर पानामध्यें रासायनिक काम घडून त्यास ऐंद्रिय पौष्टिक पदार्थ बनविणें हा मुख्य उद्देश इ क्या खटाटोपीचा असतो. कारण त्यापासून त्यांची वाढ व पोषणक्रिया घडतात. म्हणून वनस्पतीच्या आयुष्यक्रमांत ऐंद्रिय पदार्थ बनविणें हें एक मोठें महत्त्वाचें कार्य असतें. ज्याप्रमाणें मुळांतून निरिंद्रिय-पदार्थ–मिश्रित पाणी शोषिलें जातें, तद्वतूच पानांतून हरित्–वर्ण शरीराच्या साहाय्यानें कार्बन् आम्लवायूचें शोषण केलें जातें. कार्बन् आम्ल वनस्पतीच्या वाढीस फार जरूरीचें असतें. कार्बन् आम्लाचें विघटीकरण होऊन मुळांतून वर चढणाऱ्या निरिंद्रिय पदार्थांशीं संयोग होऊन ऐंद्रिय पदार्थ बनतात. कार्बन् आम्ल शोषण व विघटीकरण ह्यांस सूर्यप्रकाशाची जरूरी असते. सूर्यप्रकाश जर नसेल तर तीं दोन्हीं कार्यें होणार नाहींत.

पानाची रचना पूर्वीं वर्णन केलेली आहेच. वरील पृष्ठभाग जास्त हिरवा असून खालील भाग अधिक फिका व खरखरीत असतो. शिवाय खालील पृष्ठ-भागावर बाह्यत्वचेंत शेंकडों त्वचारंध्रें (Stomata) असतात. खालील बाजूकडे स्पंजासारखी जाळीदार अव्यवस्थित पेशीरचना असून पुष्कळ पेशीमध्यें पोकळ्या आढळतात. कच्चा रस पानांत आल्यावर त्याचें विघटीकरण वरील पृष्ठभागामध्यें होत असतें. पानांत शिरा चोहोंकडे खिळल्या गेल्या असल्यामुळें त्यांतून येणारा रस वरील पृष्ठभागांत ओतिला जातो. तेथेंच कार्बन् आम्ल विघटीकरण झाल्यावर त्या पाण्याशीं रासायनिक संबंध होऊन त्यांचें सत्त्व व पाणी तयार होतें. सत्त्व वनस्पतीस उपयोगी असल्यामुळें त्याची खालीं नेण्याची व्यवस्था लागलीच होते. रासायनिक संबंध होऊन जें पाणी तयार होतें, तें निरुपयोगीं असल्यामुळें त्याचा उच्छ्वास होणें जरूर असतें. हें पाणी खालील भागांतील स्पंजासारख्या अव्यवस्थित पेशींत येऊन त्याचें बाष्पी-भवन सुरूं होतें. खालील बाजूस पेशीमध्यें पोकळ्या असतातच. त्या पोकळ्यांत ही वाफ प्रथम जाऊन हळू हळू त्वचारंध्रांतून बाहेर हवेंत मिसळली जाते.

सूर्यप्रकाशामध्यें त्वचारंध्रें चांगलीं उघडीं असून वाफ हवेंत मिसळण्यास कोणतीही हरकत येत नाहीं. अशा प्रकारानें जर पांणी बाहेर गेलें नाहीं-तर पानें पूर्ण भरून जाऊन खालून वर येणाऱ्या पाण्यास बिलकूल जागा राहणार नाहीं. ह्याकरितां हा बाष्पीरूप उच्छ्वास जरूर आहे.

खरोखर मूलजनित शक्ति (Rcot pressure) व बाष्पीभवन (Trauspiration) ह्या दोहोंचें अंतिम साध्य बहुतेक एकच असतें. मुळांतून द्रवात्मक पदार्थ पानापर्यंत पोहोंचाविणें, हें दोन्हींचें साध्य एकच असतें. दोन्हीं आपआपल्यापरी हें साध्य घडवून आणण्याची खटपट करीत असतात. कदाचित् ह्या दोन्हीं क्रियेची काय जरूरी आहे, असें वाटण्याचा संभव आहे. जर दोन्हींचें एकच साध्य आहे, तर एकाकडून तें पूर्ण होण्यास काय अडचण असते, दुसरी क्रिया विनाकारण असून तीमध्यें वनस्पतीच्या शक्तीचा ऱ्हास वृथा होत असतो, हा समज चुकीचा आहे. दोन्हीं क्रियेची सांगड असल्याखेरीज रस वर चढण्याचें काम सुरळीत चालावयाचें नाहीं. कोरडी हवा, जमिनींत भरपूर पाणी व बाष्पीभवनाचीं साधनें, इतक्या गोष्टींची जोड मिळाली म्हणजे बाष्पीभवन सुरू होतें. अशावेळेस मुळांतील शक्तीची फारशी जरूरी नसते. पण हवा दमट असून, बाष्पीभवनाचीं साधनें जीं पानें, जेव्हां गळून जातात, अथवा पूर्ण आलीं नसतात, अशावेळेस पाणी वर चढण्यास मुळांतील शक्ति उपयोगीं पडते. बाष्पीभवन दमट हवेंत चालू राहत नाहीं, म्हणून पाणी वर चढणें बंद होतां कामां नये. ह्याकरितां दोन्ही क्रियेंची योग्य जोड असली म्हणजे मुख्य कार्यास बाध येत नाहीं. ज्यावेळेस बाष्पीभवन सुरू असते, त्यावेळेस मुळांतील शक्ति चांगली दृष्टीस पडत नाहीं, उलटपक्षीं मुळांतील शक्ति अंमल करीत असतांना बाष्पीभवन शिथिल व मंद असतें.

बाष्पीभवन पानाच्या कमी अधिक वाढीवर अवलंबून असतें. रुंद व मांसल पानांतून बाष्पीभवन जास्त जोरानें होत असतें. तसेंच अरुंद व अपूर्ण वाढलेल्या पानांतून बाष्पीभवन कमी होतें. ज्या वनस्पतीस बाष्पीभवनाची जास्त जरूरी असते, त्या वनस्पतींचीं पानें रुंद व मोठीं होतात. तसें पानांतील स्पंजासारखा जाळीदार पेशीसमुच्चय अधीक वाढून पेशीमध्यें पोकळ्या साध्या पानापेक्षां अशा पानांत आधिक आढळतात. सूर्यप्रकाश व उष्णता हीं दोन्हीं

बाष्पीभवन अधिक होण्यास मदत करितात. आतां ही गोष्ट खरी कीं, पावसाळ्यांत बाष्पीभवन अधिक होतें, कारण जमिनींत पाण्याचा पुरवठा चांगला असतो. त्यामुळें मुळांतून मुबलक पाणी वर चढून त्याचा परिणाम ऐंद्रिय पदार्थ अधिक प्रमाणांत तयार करण्यांत येतो. शुष्क दिवसांत बाष्पीभवन जितकें कमी होईल तितकें चांगलें, व तें कमी होण्यास नैसर्गिकही थोडी अधिक मदत मिळते. शुष्क व कोरड्या प्रदेशांत झाडांचीं पानें अगदीं अरुंद असतात व त्यामुळें त्यांतून बाष्पीभवन कमी होतें.

ज्यावेळेस ऐंद्रिय पदार्थ पुष्कळ बनत असतात, तसेंच त्या कामाकरितां अधिक बाष्पीभवन होत असतें, अशा वेळेस त्वचारंध्रें (Stomata) उघडीं व रुंद होतात. त्यांचा उद्देश होतां होईल तों वाफ त्या रंध्रांतून लवकर निघून जावी. पण जमीन व हवा अधिक शुष्क व कोरडी असतां त्वचारंध्रें उघडीं न राहतां बंद होऊं लागतात, व त्यामुळें बाष्पीभवन कमी होतें. बाह्य त्वचेंतील (Epidermis) दोन द्वाररक्षक (Guard-cell) पेशीमध्यें त्वचारंध्र (Stoma) उत्पन्न होतें. मध्यभागीं रंध्र असून द्वाररक्षक पेशी बाजूस चिकटलेल्या असतात. मध्यभागाकडे द्वाररक्षक पेशीस खाचेसारखा आकार असून बाह्य बाजूस फुगलेल्या असतात. जेव्हां बाष्पीभूत पाणी द्वाररक्षक पेशींत शिरूं लागतें, त्या वेळेस त्या सरळ फुगुन एकमेकापासून जरा अलग होतात. त्यामुळें मध्यभागीं असलेलें रंध्र अधिक रुंद होतें. द्वाररक्षक पेशींत पाणी कमी झालें असतां पूर्वीप्रमाणें पेशी एकमेकांस लागून रंध्र लहान व आकुंचित होतें. अनुभवांतीं असें ठरलें आहे कीं, जेव्हां पुष्कळ पाणी द्वाररक्षक पेशींत शिरतें, त्यावेळेस त्वचारंध्रें रुंद होतात, व पाणी कमी असतां त्वचारंध्रें अरुंद होतात. ह्यामुळें जेव्हां पुष्कळ पाणी जमिनींत असून बाष्पीभवनामुळें तें द्वाररक्षक पेशीमध्यें येतें, त्यावेळेस त्वचारंध्रें रुंद होऊन तें पाणी बाहेर हवेंत मिसळतें; पण पाण्याचा अभाव जमिनींत झाल्याबरोबर बाष्पीभवनही कमी होतें व तें साधण्याकरितां त्वचारंध्रें सुद्धां प्रकाश असतांनाही संकुचित होतात. खरोखर त्वचारंध्रें बंद होणें अथवा उघडीं राहणें, हें वनस्पतीच्या गरजेप्रमाणें व सभोंवतालच्या परिस्थितीप्रमाणें घडत असतें. त्वचारंध्रें अरुंद झालीं असतां थोड्या पाण्यावर वनस्पति आपला निर्वाह करूं शकते. अशावेळीं

पानाचा आकार लहान होतो. कधीं कधीं पानांवर मेणाचें सारवण होऊन फाजील बाष्पीभवनापासून संरक्षण केलें जातें. कित्येकवेळां पानें, तसेंच हिरवा खोड हीं दोन्हीं केंसांच्या वेष्टणाखालीं झांकून जातात. केंसांचे योगानें सूर्याचा ताप व उष्णता ह्यांपासून संरक्षण होऊन बाष्पीभवन आपोआप कमी होतें. जेथें सूर्याचा ताप व उष्णता अधिक, तेथें बाष्पीभवनही अधिक असतें; पण बाष्पीभवन वनस्पतीच्या पाण्याच्या सांठ्यावर अवलंबून असतें; म्हणून जेव्हां अधिक बाष्पीभवनाची जरूरी असते, त्यावेळेस तें अधिक होण्याचीं साधनें उत्पन्न होतात. तसेंच जेव्हां त्याची फारशी जरूरी नसून कमी व्हावें असें वनस्पतीस वाटूं लागतें, त्यावेळेस तें कमी करण्याची तजवीज होऊं लागते. वनस्पतीमधील सजीव तत्त्व ह्या सर्व गोष्टींची अम्मलबजावणी करीत असतें. म्हणूनच निर्जीव पदार्थांमधून होणारें बाष्पीभवन व सजीव वनस्पतीपासून होणारें बाष्पीभवन ह्या दोहोंत महदंतर असतें. हें अंतर असणें अत्यंत जरूरीचें आहे. नाहींतर वनस्पतीच्या आयुष्यक्रमावर ह्याचा वाईट परिणाम तत्काल घडून आला असता.

झाडांवर कळ्या येणें व उमलणें तसेंच पानें कमी अधिक वाढणें, ह्या गोष्टी सुद्धां वनस्पतीच्या बाष्पीभवनावर अवलंबून असतात. पानें खोडापासून गळणें हें सुद्धां अप्रत्यक्षरीतीनें वनस्पतीच्या बाष्पीभवनावरच अवलंबून असतें. पानें नेहमीं केव्हांना केव्हां फिक्की पडून गळून जातात. त्या वेळेस त्यांच्या चलनक्रिया थोड्याशा कमी होतात. कांहीं ठिकाणीं साधारण नियम असा आहे कीं, नवीन पानें येऊं लागलीं असतां जुनीं पानें गळून जातात. पण ज्या प्रदेशांत हवेचे फेरबदल नेहमीं होतात, त्या ठिकाणीं वर्षाचे एका ऋतूंत झाडांचीं सर्व पानें गळून जातात व कित्येक दिवसपर्यंत पानांशिवाय नुसत्या फांद्या राहतात. अशा फांद्या जणूं निर्जीव आहेत असें वाटतें. ज्या प्रदेशांत पावसाळा थोडा असून कोरडा उन्हाळा पुष्कळ दिवस टिकतो, त्याचप्रमाणें जेथें कडक हिंवाळा असून वरचेवर बर्फ पडूं लागतें, अशा प्रदेशांत झाडांचीं पानें गळून ओसाड प्रदेश दिसूं लागतो. तसेंच उन्हाळा व पावसाळा ह्या दोन्हींमध्यें फारसा फरक नसून, पाऊस प्रत्येक महिन्यांत पडत असतो, अशा ठिकाणीं हिंवाळा सुरू होतांच पानें गळून जातात, व तो संपल्यावर

पुनः नवी पालवी फुटते. खरोखर उष्णता व थंडी हीं दोन्हीं, पानें गळण्याचीं अप्रत्यक्ष कारणें आहेत. अति कडक उन्हाळा फार दिवस राहिला असतां पानांतून बाष्पीभवन फाजील होण्याची भीति असते. तें तात्पुरतें बंद व्हावें म्हणून बाष्पीभवनाचीं साधनें जीं पानें तींच गळून जातात. म्हणजे एकपरीनें पानें गळून गेल्यामुळें बाष्पीभवन कमी होऊन झाडांचें संरक्षण होतें.

ज्याप्रमाणें अति कडक उन्हानें सुकून पानें गळूं लागतात, त्याप्रमाणें अति भयंकर थंडीच्या कडाक्यानें पानें गळतात. जमिनीची उष्णता थंडीच्या कडाक्यानें अगदीं कमी होऊन जमिनींत शिरलेल्या मुळ्यांची शोषकक्रियाही त्यावरोबर कमी होते. झाडावर असणाऱ्या पानांतून जितकें पाणी वाफ होऊन हवेंत जातें, तितकें पाणी सुद्धां मुळांतून शोषिलें जात नाहीं. ह्यामुळें पानें वाळून जातात; अथवा काळी डांबर फांसल्यासारखीं दिसतात. म्हणूनच अति उष्णता व अति थंडी ह्या दोन्हींचा परिणाम पानें सुकण्यावर होतो. अर्थात् पानें सुकलीं असतां तीं हळू हळू खालीं पडतातच. ह्यास अप्रत्यक्ष कारण म्हणजे फाजील बाष्पीभवन पानांतून होणें हें आहे. त्याकरितां बाष्पीभवनाचीं साधनें जीं पानें, तीं गाळून झाडें आपलें संरक्षण करून घेतात. विशेष लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हणजे पानांचें पडणें व्यक्तिमात्र जातीच्या निरनिराळ्या परिस्थितीवर अवलंबून असतें.

पुष्कळ लोकांचा समज असा आहे कीं, पानें हिंवाळ्यांत बर्फ पडूं लागलें असतां गळूं लागतात. जरी ही गोष्ट कांहीं अंशीं खरी आहे, तथापि केवळ बर्फामुळें पानें गळतात असें म्हणणें योग्य होणार नाहीं. कारण बर्फामुळें जर पानें गळतीं, तर सर्व पानें एकदम गळालीं पाहिजेत. पण तसें पुष्कळ झाडांत दिसत नाहीं. तसेंच बर्फ पडत नसतांना सुद्धां पानें गळतात, तेव्हां बर्फ पडणें हें पानाचे पडण्यास सबळ कारण आहे, असें म्हणतां येणार नाहीं. एवढें म्हणतां येईल कीं, बर्फ पडल्यामुळें पानें लवकर पडूं लागतील म्हणजे बर्फामुळें पर्णपतनक्रिया लवकर सुरू होते.

हवेचे फेरबदल, थंडी, उन्हाळा, वारा वगैरे कारणें बाह्य आहेत. प्रथमपासून ज्यावेळेस बाष्पीभवन कमी करावें, असें वनस्पतीस वाटतें, त्यावेळेपासून पानांत तत्संबंधीं अंतरखटपट सुरू होते. पानाच्या देंठाच्या बुडापाशीं एक प्रकारचा नवीन पेशीसमुच्चय उत्पन्न होतो. हा पेशीसमुच्चय उत्पन्न

झाल्यामुळें देंठ ज्या ठिकाणीं डहाळीशीं चिकटलेला असतो, त्या ठिकाणच्या पेशी फाटूं लागतात. पेशींतील ऐंद्रिय आम्लें पेशिभित्तिका विरघळवून फाडण्याचें कामीं मदत करितात. होतां होतां डहाळीचा संबंध अगदीं तुटून जातो. मग आकस्मिक वारा अथवा दुसरें अन्य कारण यामुळें तें पान सहज गळून जातें. पानें गळण्यापूर्वीं ही पूर्वतयारी झाली पाहिजे; नाहीं तर पानें सहज गळत नाहींत. मुद्दाम एखादेवेळेस मोडकी फांदी अथवा मोडकीं पानें झाडावर ठेवावींत. तीं वाऱ्यामुळें सहसा गळत नाहींत. त्यापेक्षां आपोआप गळणारीं पानें लवकर पडतात. शिवाय गळलेलीं पानें तपासिलीं असतां, जणूं व्यवस्थितपणें तीं चाकूनें इतर भागास न दुखावितां कापिलीं असावींत असें वाटतें.

पानें गळण्यापासून बाष्पीभवन कमी करण्याव्यतिरिक्त दुसरा एक फायदा वनस्पतीस मिळतो, व तोही पहिल्या इतकाच महत्त्वाचा असतो. मुळांतून पुष्कळ निरिंद्रिय द्रव्यें पानामध्यें रसाबरोबर येतात. वनस्पतीस निरुपयोगी द्रव्यें बाहेर टाकण्याकरितां गुदद्वारासारखीं विसर्जन अंगें नसल्यामुळें जीं निरुपयोगी निरिंद्रिय द्रव्यें पानांत सांठतात, त्यांचें विसर्जन पानें गळल्यानें पूर्ण होतें. नाहीं तर असल्या निरुपयोगी द्रव्यांच्या भारानें पानें वांकून जातील व आपलें कर्तव्य करण्यास चुकतील. तेव्हां अशाचें लवकर विसर्जन होणें फायदेशीर असतें. सालीचें विसर्जन ह्याच तऱ्हेचें फायदेशीर होतें.

प्रकरण १३ वें.

क्षार, कार्बनवायु व हरित्वर्ण शरीरें.

पुष्कळवेळां सांगण्यांत आलें आहे कीं, श्रमविभागाचें तत्त्व वनस्पतिजीवनचरित्रांत नेहमीं आढळतें. कांहीं पेशींनीं अन्न व पाणी मिळवावें, कांहींनीं पौष्टिक वायु शोषण करावा, कांहींनीं त्यांची योग्य जागीं ने-आण करून त्यापासून ऐंद्रिय पदार्थ बनवावेत, तसेंच ज्या ठिकाणीं त्या ऐंद्रिय वस्तूंची जरुरी असेल, त्या ठिकाणीं पोंचविण्याची तजवीज करावी. पाणी व निरिंद्रिय पदार्थ जमिनींतून कसे शोषिले जातात, व त्यांचें पानांत कसें

आगमन होतें, तसेंच पानांतून फाजील पाण्याची वाफ होऊन हवेंत ती कशी मिसळते व त्या योगानें पुनः नवीन पाणी कसें जोरानें चढतें, ह्याचा विचार पूर्वी झाला आहे. आतां पौष्टिक वायु वनस्पतिशरीरांत कसे शिरतात व पुढें त्यांपासून कोणतीं कार्यें घडतात, वगैरे गोष्टींचा विचार अजून व्हावयाचा आहे. खरोखर पाणी व अन्नशोषण जितकें कठीण व त्रासदायक असतें, तितकें वायुशोषण कठीण नाहीं.

वनस्पतीचीं महत्त्वाचीं पौष्टिक आम्लें म्हणजे कार्बन्‌ व नायट्रिक आम्लें होत. पानांतील हिरवळ पेशीजालांत कार्बन्‌ वायूपासून आम्ल झाल्याशिवाय तो तो वायु वनस्पतीस निरुपयोगी असतो. त्याकरितां पानांत पाण्याचा एक थर अलग असतो. बाह्यत्वचेखालीं आंतील अंगास हा थर असतो. हरित्‌वर्ण शरीरांकडून हवेंतून कार्बन्‌ वायूचें शोषण होतें. कार्बन वायु त्वचारंध्रांतून आंत शिरल्यानंतर पाण्याचे थराशीं मिळून त्यापासून कार्बन्‌ आम्ल तयार होतें. हें आम्ल पुढें हरित्‌वर्ण पेशीजालाकडे जाऊन मुळांतून शोषिलेलें प्राणी व निरिंद्रिय पदार्थ, यांशीं रासायनिक संयोग होऊन त्यापासून इच्छित ऐंद्रिय पदार्थ तयार होतात. हरितूवर्ण शरीराकडून ह्या कार्बन्‌ आम्लाचें विघटीकरण सूर्यप्रकाशांत होतें, व विघटीकरण स्थितींत रासायनिक संयोग पावून ऐंद्रिय वस्तु तयार होतात. म्हणूनच ऐंद्रिय पदार्थ बनविण्यास सूर्य-प्रकाशाची अत्यंत जरूरी असते. गर्द छायेमध्यें अथवा अंधारांत हरितूवर्ण शरीराकडून कार्बन्‌ वायु आकर्षिला जात नाहीं, अथवा त्याचे विघटीकरणही होत नाहीं. म्हणून हीं दोन्हीं कार्यें होण्यास सूर्यप्रकाश हवा असतो. बाष्पी-भवनास जशी सूर्यप्रकाशाची जरूरी असते, तद्वतच कार्बन वायूचें शोषण अथवा विघटीकरण यास प्रकाशाची जरूरी असते. म्हणून ऐंद्रियपदार्थ बनणें तसेंच बाष्पीभवन होणें, हीं दोन्ही कार्यें दिवसाउजेडीं घडत असतात. शिवाय बाष्पीभवनापासून जितकें अधिक निरिंद्रिय द्रव्यमिश्रित पाणी हरितूपेशीजालांत येईल, तितक्या अधिक प्रमाणांत त्यापासून सेंद्रिय पदार्थ तयार होतील. सेंद्रिय पदार्थ खरोखर वनस्पतींचीं खाद्यें आहेत. खाद्यें तयार करण्याचें काम दिवसा प्रकाशांत चालत असतें. रात्रींच्या वेळीं बाष्पीभवन तसेंच सेंद्रिय पदार्थ बनणें हीं दोन्हीं कार्यें बंद असतात.

पाण्यांतून उगवणारीं झाडें पाण्यांतूनच कार्बन् आम्लाचें शोषण करितात. त्यासही सूर्यप्रकाशाची जरूरी असते. बाह्यत्वचेच्या भित्तिका पातळ असल्या-मुळें कार्बन् आम्लास आंत शिरण्यास सुलभ पडतें. पाणवनस्पति आपल्या शरीराच्या वाटेल त्या भागांतून पाण्याच्या साहाय्यानें वायु अथवा घनद्रव्यें विरघळलेल्या स्थितींत शोषण करूं शकतात. हीं द्रव्यें व पाणी मुळांतूनच शोषिलीं पाहिजेत असा निर्बंध नाहीं. ज्या वनस्पतीचीं मुळें जमिनींत शिरून कोंब हवेंत वाढतात, अशामध्यें श्रमविभाग स्पष्ट असतो. जमिनींतून निरिंद्रिय द्रव्यें पाण्याबरोबर मुळांच्या द्वारें घेतलीं जातात; पण पानें अथवा पानांसारखे हिरवे भाग यांकडून वायु शोषिले जातात. येथें दोन्ही, मुळ्यांचीं व पानांचीं, कामें एकाच भागांत होत नाहींत.

प्रयोगांतीं असें सिद्ध झालें आहे कीं, पोटॅशियम, मॅग्नेशियम, कॅलशियम व लोह ह्या चार धातु कोणत्या ना कोणत्या प्रमाणांत जमिनींत असल्या पाहिजेत. कारण, त्यांशिवाय वनस्पतीची वाढ चांगली होत नाहीं. ह्या धातु आवश्यक आहेत खऱ्या, पण त्यांचें अस्तित्व वनस्पतिशरीरांत केवळ धातु असें आढळणार नाहीं. पण निरनिराळ्या रूपांत म्हणजे आम्लें अथवा क्षार ह्या स्थितींत त्या सांपडतील. शिवाय ह्या धातूचा अमुक एक भाग अमुक एक उपयोगाचा आहे, असें सांगतां येणार नाहीं. पण त्यांचा प्रत्यक्ष नाहीं तरी अप्रत्यक्ष उप-योग असतो ह्यांत संशय नाहीं. ज्या जमिनींत लोखंडाचा अंश बिलकुल नाहीं, त्या जमिनींत बीं पेरिलें असतां तें उगवून त्यापासून चांगला रोपा तयार होत नाहीं. पाणी किंवा इतर द्रव्यें जमिनींत पुष्कळ असलीं, तथापि आवश्यक लागणाऱ्या लोखंडाच्या अंशाखेरीज वनस्पतीमध्यें जोम येत नाहीं. पानांत असणारीं हरिद्वर्ण शरीरें लोखंडाच्या अभावामुळें तयार होणार नाहींत. खरोखर हरिद्वर्ण शरीरें तपासून पाहिलीं, तरी त्यांत लोखंडी अंश यत्किं-चितही नसतो; पण तो असल्याखेरीज हरिद्वर्ण शरीरेंच बनत नाहींत. म्हणजे हीं शरीरें बनण्यांत कांहीं तरी लोखंडाचा अप्रत्यक्ष उपयोग होत असतो. हें कसें होतें वगैरेसंबंधानें अजून आपलें अज्ञान कायम आहे. असा एखादा दिवस येईल कीं, ह्या सर्व गोष्टींचाही उलगडा होऊन जाईल. पूर्वीं ज्या गोष्टी माहीत नव्हत्या त्यांपैकीं बऱ्याच प्रस्तुतकालीं माहीत झाल्या आहेत. नेहमीं प्रयोग व तत्संबंधीं विचार चालले पाहिजेत. लोखंडाच्या अभावें हिरवा रंग न झाल्या-

मुळें सूर्यप्रकाशांत कार्बन वायु शोषिला जाऊन सेंद्रिय पदार्थ तयार होणार नाहींत व शेवटीं ती वनस्पति फिक्कट होऊन आपोआप मरून जाईल.

सोडियम, मँगेनीझ, आयोडीन वगैरे वस्तु जरी वनस्पतीस आवश्यक नाहींत, तरी त्या पुष्कळ वेळां वनस्पतिशरीरांत सांपडतात. तांबें, जस्त, निकेल, ॲल्युमिनियम वगैरे धातुसुद्धां वनस्पतीमध्यें आढळतात. ह्यांचें प्रमाण किंवा अस्तित्व ज्या जमिनींत ती उगवते, तिच्या घटकावयवांवर अवलंबून असतें. हे पदार्थ ऑसमॉसिस्‌ क्रियेनें मुळांवरील केंसांतून वनस्पतींत जातात. आतां असा प्रश्न उद्भवतो कीं, ज्या वस्तूंची वनस्पतीस जरूरी नाहीं. त्या वस्तु प्रथमपासूनच कां शोषिल्या जातात ? सजीवतत्त्व आपली पसंती अथवा नापसंती, पदार्थशोषणाचे वेळीं कां उपयोगांत आणीत नाहीं ? खरोखर ऑसमॉसिस क्रियेनें जे पदार्थ शरीरांत शोषिले जातात, त्यांवर सजीवतत्त्व प्रथम अम्मल करीत नसतें; पण पदार्थ शोषिल्यावर त्यांमध्यें जरूरीचे कोणते व निरुपयोगी कोणते ह्याची विचक्षणा होऊन जरूर नसलेल्या पदार्थांस दूर एका जागीं नेऊन ठेवण्याची व्यवस्था मात्र तें करितें. ही व्यवस्था करण्यांत सजीवतत्त्व आपली पसंती दर्शवितें. शिवाय ऑसमॉसिस क्रिया सुरू होण्याचे वेळेस असल्या पदार्थांचा दुसऱ्या पदार्थांशीं अतिनिकट संयोग असल्यामुळें दुसऱ्या पदार्थांबरोबर तेही शोषिले जातात. त्याप्रमाणें ऑसमॉसिस क्रिया दोन भिन्न घनतेच्या द्रवांमध्यें सृष्टिनियमानें सुरू होते; पण पाणी केंसांत शिरल्यावर आंतील सजीवतत्त्व पाण्यामुळें उत्तेजित होऊन पुढें आलेल्या पदार्थांत जीवनकार्यास उपयोगी पडणारें कोणतें व निरुपयोगी कोणतें, हें सर्व पाहून तजवीज करितें. म्हणून ऑसमॉसिस क्रिया सुरू होण्यापूर्वी सजीवतत्त्वास पसंती अगर नापसंती दाखवितां येत नाहीं; येवढेंच ह्यासंबंधानें तूर्त उत्तर देतां येतें. ह्याविषयीं पूर्ण ज्ञान नाहीं हें कबूल करणें भाग आहे.

फॉस्फरस व गंधक ह्या दोन वस्तु सजीवतत्त्वाच्या घटकावयवांत आढळतात. ह्याही वस्तु आवश्यक आहेत. सजीव पदार्थांत गंधक असतें. फॉस्फरस केवळ केंद्रबिंदूमध्यें (Nucleius) असतो. कार्बन, हायड्रोजन, ऑक्सिजन व नायट्रोजन तसेंच गंधक व फॉस्फरस हे पदार्थ एकमेकांशीं मिसळून सजीव पदार्थ तयार होतात. सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ पहिल्या तिन्हींचेच बनतात.

नायट्रोजन त्यांत मिसळून, पौष्टिक नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ तयार होतात. हे निरिंद्रिय अथवा ऐंद्रिय पदार्थ कशा रीतीनें व कोणते रूपांत वनस्पतिशरीरांत असतात, हें पाहून नंतर ऐंद्रिय अन्न बनविणें इकडे वळूं.

पोटेशियमचे क्षार मुळाकडून शोषिले जातात. सोरा, मीठ, पोटॅशियमक्लोराईड वगैरे क्षार वनस्पतीस फायदेशीर असतात. तसेंच मॅग्नेशियम् अथवा कॅलशियम निरनिराळ्या मिश्रणस्वरूपांत वनस्पतींत शोषिले जातात. ह्या धातूंचें खास काम काय असतें हें सांगतां येत नाहीं. सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ (Carbohydrates) बनण्यामध्यें पोटॅशियम् उपयोगी पडतो असें म्हणतात. लोहाविषयीं पूर्वीं सांगितलेंच आहे कीं, त्याच्या अस्तित्वाशिवाय पानांतील हरिद्वर्ण पदार्थ तयार होणार नाहीं. खरोखर लोह व प्रकाश ह्या दोहोंचा अप्रत्यक्ष परिणाम हरित्वर्ण शरीरावर होत असतो. सोडियम नेहमीं जमिनींत असतो, पण तो आवश्यक वस्तूंपैकीं नाहीं. जेव्हां पोटॅशियम् वनस्पतीस भरपूर मिळत नाहीं, अशा वेळेस सोडियमचे योगानें त्याची जागा भरून येते. पोटॅशियममुळें खोड, फुलें, चांगलीं वाढतात. पण पोटॅशियम नसून नुसतें कॅलशियम अथवा सोडियम असेल, तर वनस्पतीची साधी वाढ पूर्ण होते, पण फुलें चांगलीं वाढत नाहींत.

तसेंच नायट्रिक आम्ल धातूशीं मिसळून निरनिराळे क्षार बनतात. जेव्हां हे क्षार शरीरांत शोषिले जातात, तेव्हां त्यांचें नायट्रोजन आम्ल वेगळें होऊन नायट्रोजन पौष्टिक द्रव्यें वनस्पतिशरीरांत तयार होतात. हा उपयोग फार महत्त्वाचा आहे. कारण, हवेंत नायट्रोजनवायु जरी पुष्कळ आहे, तरी तो वनस्पतीस उपयोगी पडत नाहीं. नायट्रोजन आम्ल जमिनींतून क्षारस्वरूपांत मिळवावें लागतें. कांहीं वनस्पति हवेंतून नायट्रोजन आम्ल शोषून घेतात. क्षुद्र वर्गांतील शैवालतंतूपैकीं कांहींना ही शक्ति असते. वाल, वाटाणे वर्गांपैकीं कांहीं झाडांस (Leguminous plents) हवेंतून नायट्रोजन वायु अप्रत्यक्ष रीतीनें मिळतो. त्यांच्या मुळ्यांवर सूक्ष्म बॅक्टिरिया जंतूचा संबंध येऊन फोडासारख्या लहान लहान ग्रंथीही आढळतात. त्यांच्या साहाय्यानें मुळांस हवेंतून नायट्रोजन वायू मिळतो. पण हें कसें होतें हें अजून पूर्णपणें कळलें नाहीं. पानाच्या अथवा हिरवळ खोडाच्या भागांतून हें शोषण

होत नाही खास. गंधक व फॉस्फरस, स्पलपेटस अथवा फॉसपेट्स मधन वनस्पतिशरीरांत येतें. विशेषेंकरून उच्चवर्गांतील वनस्पति-शरीरांत गंधक आढळतें. फॉस्फरस हें सजीव केंद्रभागांत असतें खरें, पण ह्याचा उपयोग नायट्रोजनयुक्त शरीरें तयार करविण्याकडे होतो. कांहीं बीजांत फास्फरस अधिक असतें. जसें, एरंडी, ब्राझिलनट, वगैरे.

सेंद्रियपदार्थ सूर्यप्रकाशांत हरितूवर्ण शरीरांकडून बनविले जातात. हरितूवर्ण शरीरें जीवनकणाचीं बनलेलीं असतात. हा हरितूवर्ण पानांपासून अथवा पानांतील हरितवर्ण शरीरांपासून वेगळा करितां येतो. हिरवें पान आलकोहलमध्यें ठेवून दिलें असतां, हरितूवर्ण पानापासून वेगळा होऊन अलकोहलचे बुडीं राहतो. जशीं हरितूवर्ण शरीरें वनस्पतिशरीरांत आढळतात, त्याचप्रकारचीं शुभ्र शरीरेंहीं असतात. शुभ्र शरीरापासून हरितूवर्ण शरीरें अथवा उलट हरितूवर्ण शरीरांपासून शुभ्र शरीरें बनतात. हरितूवर्ण शरीरें बनण्यास सूर्यप्रकाशाची जरूरी असते, व शुभ्र शरीरें बनण्यास अंधःकार लागतो. पूर्वीं असा समज होता कीं, हरितूवर्ण पिंवळ्या व अस्मानी रंगाच्या मिश्रणानें तयार होतो; पण अलीकडील प्रयोगांनीं हा समज चुकीचा आहे असें सिद्ध झालें आहे. हरितूवर्ण शरीरांतील हिरवे कण निरनिराळ्या आकाराचे असतात. तसेंच हिंरवळ खोड व पानें ह्यांमधील हरितूवर्ण कण निराळे असतात, म्हणजे एकाच वनस्पतीचे सर्व भागांत सारख्या आकाराचे कण असत नाहींत. मळसूत्री, नक्षत्राकृति, अथवा कधीं कधीं पट्टेदार हिरवे कण आढळतात. त्याचप्रमाणें हरितूवर्ण शरीरांत कणांचीं संख्या एकापासून ते शेंकडों गणती असते. पानाच्या रचनेंत वरील बाजूकडे असणाऱ्या लोखंडी गजासारख्या पेशी जालांतील हरितूवर्ण शरीरांत हे कण खालील स्पंजासारख्या पेशीजालापेक्षां चौपट अथवा सहापट अधिक असतात. असले हरितवर्ण कण जितके अधिक व्यवस्थित रीतीनें सूर्यप्रकाशाकडे उघडे राहतील, तितकें सेंद्रिय पदार्थ बनण्याचें अधिक कार्य होत असतें. पण जर त्या कणांचा अव्यवस्थित ढीग बनून राहील व चांगल्या रीतीनें सूर्यप्रकाश त्यास न मिळेल, तर त्यापासून अधिक कार्य होणार नाहीं. सूर्यप्रकाशांत हरितूरंजक शरीरांत एकप्रकारची उत्तेजित शक्ति उत्पन्न होऊन तिचे योगानें हवेंतून कार्बनूवायु शोषिला जातो. हरितू पेशीजालांमध्यें कार्बनू आम्लाचें पृथक्करण होतें, व त्यांचा मिलाफ निरिंद्रियद्रव्यांशीं

होऊन त्यापासून सात्त्विक ऐंद्रिय पदार्थ तयार होतात. खरोखर विघटीकरण होणें फार सोपें असतें; पण त्यापासून पुनः मिलाफ होऊन नवीन पदार्थ बनणें म्हणजे मोठें कठीण काम असतें. प्रयोगशाळेंत पदार्थांचें पृथक्करण फार लवकर करितां येतें; पण पुनः त्या वेगवेगळ्या वस्तूंपासून पूर्वीसारखा पदार्थ बनविणें हें दुर्घट काम आहे. सूर्यप्रकाश असे पदार्थ बनविण्यास वनस्पतींच्या हरितू-वर्ण शरीरांत एक शक्ति उत्पन्न करून त्यापासून हीं कार्यें घडवून आणतो. प्रथम कार्बन् आम्लाचें विघटीकरण होतें, व त्यापासून त्याचे घटकावयव कार्बन् एक भाग व दोन भाग ऑक्सिजन् असे वेगळे होतात. पाण्याचे घटकावयव एक भाग ऑक्सिजन व दोन भाग हायड्रोजन असे वेगळे होऊन पहिल्याशीं त्यांचा रासायनिक संयोग होतो, व साखर अथवा साखरेसारखें सत्त्व तयार होऊन उरलेला ऑक्सिजनवायु हवेमध्यें मोकळा सोडिला जातो.

नायट्रोजनयुक्त पदार्थ बनण्यास हरितूवर्ण शरीरांची अप्रत्यक्ष जरूरी असते. नायट्रोजनयुक्त क्षारापासून नायट्रिक आम्ल वनस्पति शरीरांत तयार होतें. नायस्ट्रोजन क्षार मुळांतून खोडांत व खोडांतून वरचे बाजूस जात असतात. वर जातां जातां त्यांचें आम्ल तयार होत असतें. वनस्पतिशरीरांतील इतर सेंद्रिय आम्लांचा नायट्रोजन-क्षारांवर परिणाम होऊन त्यापासून नायट्रिक आम्ल तयार होतें. पानांत तयार झालेल्या सात्विक सेंद्रियपदार्थांशींही नायट्रिक व सल्फ्यूरिक् आम्लें संयोग पावून त्यापासून नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ तयार होतात.

नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ बनण्याविषयीं दुसरी एक कल्पना अशी आहे कीं, प्रथम जमिनींत अमोनियाक्षारापासून नायट्रेट्स् तयार होतात. ह्या स्थितींत ते शोषिले जाऊन वनस्पतिशरीरांत पुनः त्यापासून अमोनिया उत्पन्न होऊन सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थांवर आपला अंम्मल गाजविण्यापूर्वी तो ॲमिडो ॲसिड् (amido-acid) तयार करितो. हें ॲमिडो-ॲसिड् सात्त्विक-पदार्थांशीं मिसळून नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ बनतात. सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ ज्या अर्थीं हरितू रंजक शरीरांकडून बनविले जातात, त्याअर्थीं अप्रत्यक्ष रीतीनें त्यांचा नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थांशीं संबंध येतो. बाकी नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ स्वतंत्र रीतीनें तयार होतात. त्यास सूर्यप्रकाशाची

अथवा अमूक एका विशिष्ट अवयवाची जरूरी नसते. ही गोष्ट खरी कीं, पानांमध्यें सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थाप्रमाणें नायट्रोजनयुक्त पदार्थ अधिक तयार होतात. क्षुद्र वर्गापैकीं आळंब्या (Fungoid plants) सुद्धां नायट्रोजन सेंद्रिय पदार्थ तयार करितात. त्यांमध्यें हरित्‌वर्ण शरीरें असत नाहींत. ह्यावरून हरित्‌वर्ण शरीरांची ते तयार करण्यास आवश्यकता नसतें. कांहीं वनस्पतींमध्यें हे नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ प्रकाशामुळें अधिक तयार होतात असें ठरत आहे, पण त्यावरून प्रकाशाची जरूरीच आहे, असा साधारण नियम काढितां येणार नाहीं. अजून ह्यासंबंधी अधिक प्रयोग झाले पाहिजेत.

हरित्‌वर्ण शरीरें सूर्यप्रकाशाकडें वळलेलीं असून त्यांमधील सजीव तत्त्व आपणांस योग्य प्रकाश पाहिजे तितका घेण्याची व्यवस्था करितें. जेव्हां सूर्यप्रकाश मंद असतो, अशा वेळेस अधिक हरितरंजक कण उघडे राहून सूर्यप्रकाशाचा पूर्ण फायदा घेतात. पानाचें पूर्ण पत्र सूर्यप्रकाशाकडे वळतें खरें, पण ज्या वेळेस सूर्यप्रकाश अति कडक असतो, त्यावेळेस हरित्‌वर्ण कण किनाऱ्याकडे वेगवेगळे न राहतां आंतील बाजूस जाऊन, त्यांचे पुंजके बनतात. अशा रीतीनें सजीव तत्त्व, प्रकाशाचा कडकपणा हरित्‌ वर्ण शरीरांवर होऊं न देतां आपलें इच्छित कार्य करून देतें. कडक उन्हांत पानाचीं पत्रें पूर्ण उघडीं न राहतां वळविलेलीं असतात. ह्याचें कारण सर्व भाग सूर्यप्रकाशाकडे उघडा असण्याची जरूरी नसून जितके सूर्यकिरण पाहिजे असतील, तितके पानांवर पडण्याची तजवीज सजीव तत्त्व करीत असतें. हरित्‌वर्ण कणाचे पुंजके बनविणें अथवा त्यांच्या वेगळ्या सारख्या रांगा तयार करणें वगैरे, कमी अधिक प्रकाशाच्या कडकपणावर अवलंबून असतें.

आतां आपण सूर्यकिरण जेव्हां पानावर पडतें त्या वेळेस त्याची काय स्थिति होते हें पाहूं. सूर्यकिरण पानांवर पडल्याबरोबर परावर्तन* होऊन त्याचे निर-

* पावसाळ्यांत आकाशांत इंद्रधनुष्य जेव्हां दृष्टीस पडतें, त्या वेळेस त्याचे निरनिराळे रंग फारच मजेदार दिसतात. हे इंद्रधनुष्यांत दिसणारे निरनिराळे रंग सूर्यप्रकाशाच्या परावर्तनामुळें उत्पन्न होतात. प्रकाशाचा प्रत्येक किरण परावर्तन पावल्यास असले रंग उत्पन्न होतात. परावर्तनास योग्य जागा असली म्हणजे, हे रंग आपोआप दिसूं लागततात. प्रकाशासंबंधीं कल्पना अशी आहे

निराळे रंग होतात. ह्या रंगांपैकीं कोणते रंग सेंद्रिय पदार्थ बनविण्यास उपयोगी व कोणते निरुपयोगी हें लक्ष्यांत आणून त्यांस उपयोगी करणें हेंही काम हरितवर्ण शरीरांचें असतें. निळीं (Indigo) व पिंगट (Violet) किरणें आंखुड लहरींचीं असतात, पण त्यांची परावर्तनशक्ति फार मोठी असते. अशीं आंखुड लहरींचीं किरणें सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ बनविण्यास निरुपयोगी असतात. एवढेंच नव्हे तर उलटपक्षीं ह्या किरणांमुळें पूर्वीं तयार असलेल्या सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थांवर ऑक्सिजनचा परिणाम होऊन त्यांचे विघटीकरण होतें, व हळु हळु ते पदार्थ कमी होत जातात. तांबडीं (Red) नारिंगीं (Orange) व पिंवळीं (yellow) किरणें सात्त्विक पदार्थ बनविण्यास जास्त उपयोगी पडतात. त्यांच्या लहरी लांब व दीर्घ असून त्यांमध्यें परावर्तनशक्ति कमी असते. कार्बन् आम्लाचें विघटीकरण होण्यास हीं किरणें कारणीभूत होतात व त्यामुळें अधिक सात्त्विक पदार्थ उत्पन्न होतात.

वनस्पतीमधील हरितूवर्ण कण त्यावर परावर्तन होणाऱ्या किरणाचे दोष काढून गुण तेवढे वाढवितात, म्हणूनच वनस्पतिजीवनक्रमांत हरितूवर्ण शरीराचें इतकें महत्त्व मानिलें आहे. दोषी किरणांची परावर्तनशक्ति कमी करून न थांबतां त्यांस पुढल्या उपयुक्त पायरीस हरितूवर्ण कण पोहोंचवितात, म्हणजे प्रकाशापासून उष्णता उत्पन्न करणारी शक्ति त्यामध्यें असते, यावरून हरितूरंजक शरीरें प्रकाशास उष्णता स्वरूप देऊं शकतात, व शेवटीं हें उष्णता स्वरूप पदार्थांमध्यें गुप्त राहतें. ह्या गुप्त शक्तीचा वनस्पती वाटेल तेव्हां उपयोग करून घेतात.

कीं, प्रकाश सूर्यबिंबापासून लहरीप्रमाणें निघतो; पण त्याची चलनशक्ती फार भयंकर मोठी असल्यामुळें सूर्यबिंबापासून प्रकाश आपणास पोहोंचण्यास फार वेळ लागत नाहीं. परावर्तन पावणाऱ्या किराणाचे निरनिराळे रंग कमी अधिक लांबीच्या लहरीचे असतात. म्हणून प्रत्येक रंगाची परावर्तनशक्ति कमी अधिक असते. इंद्रधनुष्यांत सात प्रकारचे रंग आढळतात, ते येणेंप्रमाणें:— तांबडा, (Red) हिरवा, (Green) पिंवळा, (Yellow) पिंगट, (Violet) अस्मानी, (Blue) नारिंगी, (Orange) व निळा, (Indigo) लवलक उन्हाकडे धरिला असतां सूर्यकिरणें त्यावर पडून परावर्तित निरनिराळीं रंगीबेरंगी विचित्र किरणें लहरीप्रमाणें लांब आंखुड दिसूं लागतात.

प्रकरण १४ वें.

शोषणाच्या अन्य रीति व श्वासोच्छ्वासक्रिया.

मागील प्रकरणीं सांगिल्याप्रमाणें वनस्पति मुळांतून निरिंद्रिय द्रव्यें शोषण करून पुढें पानांत त्यापासून सेंद्रिय पदार्थ तयार करितें. त्याचप्रमाणें नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थ वनस्पतिशरीरांत तयार होतात. जरूर लागणारें नायट्रिक आम्ल अथवा गंधकी आम्ल क्षारापासुन वनस्पतिशरीरांत बनतें. हें क्षार सुद्धां मुळांतून शोषिले जातात.

पुष्कळ वेळां कार्बन् वायु वनस्पतिखाद्यांपैकीं मुख्य आहे असें वाटण्याचा संभव आहे. पण नुसता कार्बन् वायु वनस्पतीस उपयोगी पडत नाहीं. जेव्हां वनस्पतीचें बीजस्थितीपासून जनन होत असतें, अशा वेळेस बीजाभोंवती कार्बन् वायूचे जणूं वेष्टण झालें असतें, पण ह्या कार्बन् वायूचा किंचित् ही उपयोग बीजास नसतो. त्या वेळचें बजिाचें खाद्य म्हणजे बीजामध्यें सांठविलेलें सेंद्रिय पदार्थ असतात, तेंच होय. जर ह्या सांठविलेल्या पदार्थांचा बीजास उपयोग करूं दिला नाहीं, तर मोड उपाशीं मरून जाईल. ज्या वनस्पतीमध्यें हरितवर्ण नसतो, त्या वनस्पतीस कार्बन् वायूचा उपयोग नसतो. तसेंच हिरव्या वनस्पतीस कार्बन् वायु प्रकाश नसतांनां मिळत असला, तर त्या कार्बन् वायूचा फायदा वनस्पतीस न होता उलट नुकसान होण्याचा संभव असतो. म्हणून जे पदाथ अथवा जे वायू वनस्पति सजीवतत्त्वास मोकळ्या स्थितींत मिळाले असतां त्यापासून पोषण कार्य घडतें, त्यासच वनस्पतीचें खाद्य म्हटलें असतां चालेल. शिवाय हिरवट वनस्पति आपलें अन्न शोपून घेतात, असें म्हणतां येणार नाहीं. तर अन्नें तयार करण्यास जीं द्रव्यें लागतात, तीं द्रव्यें वनस्पति शोपून घेतात. ह्या शोपित द्रव्यावर वनस्पति–शरीरांत विशिष्ट कार्य घडून वनस्पतीचें खरें अन्न तयार होतें. ज्या वनस्पतींत हरितवर्ण कण नसतात, त्या वनस्पतीस आपलें अन्न तयार–स्थितींत बाह्यवस्तूंत शोपणें जरुर; असतें. आतां पुष्कळ वनस्पति

अन्य प्रकारें अन्न-द्रव्यें शोषण करितात. वरील नियम साधारण वनस्पतींचा असतो. असल्या वनस्पति दोन्हीं उच्च तसेंच क्षुद्र वर्गांमध्येंही आढळतात. आळंब्याचा वर्ग सेंद्रिय पदार्थ तयार करूं शकत नाहीं. त्या वनस्पतींत हरितवर्ण नसतो. अशांना तयार सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ मिळाले पाहिजेत, म्हणजे त्यांची वाढ होते. म्हणून आळंब्या सेंद्रिय पदार्थांवर वाढलेल्या आढळतात; त्या पदार्थांमधून सेंद्रिय पदार्थ खाऊन आपलें पोषण करितात. भूछत्रें (Mushrooms) नेहमीं मृत सेंद्रिय पदार्थांवर उगवतात, त्यांस ते पदार्थ तयार करिता येत नाहींत, म्हणून घाणेरडे सेंद्रिय पदार्थ भक्षण करून आपली उपजीविका करितात. उच्च वर्गांमध्यें सुद्धां ह्या वनस्पति आपलीं मुळें दुसऱ्या झाडांच्या शरीरांत खुपसवून अन्न शोषण करितात. ह्यांपैकीं कांहींना आपलें भक्ष्य स्वतंत्रपणें तयार करितां येतें. ज्या वेळेस मूळ झाडांचीं पानें गळून नवीन सेंद्रिय पदार्थ पूर्वीप्रमाणें तयार होत नाहींत, अशा वेळेस बांडगुळें स्वतः सेंन्द्रिय पदार्थ तयार करून आपणास व आपल्या यजमानास पुरवितात. बांडगुळाचीं पानें हिरवीं असल्यामुळें त्यास ह्या रीतीनें अन्न तयार करितां येतें. तेव्हां वृक्षादनी (Parasites) सुद्धां आपला नेहमींचा साधा नियम सोडून कधीं कधीं अन्य रीतीनें अन्न मिळवितात.

ह्याच मालिकेंत मांसाहारी वनस्पति येतात. कारण मांसहारी वनस्पति, किडे व कीटक खाऊन उपजीविका करितात. सेंद्रिय पदार्थ शरीरांत तयार करण्याचे भानगडींत न पडतां आयत्या तयार मांसान्नावर निर्वाह करणें त्यांस बरें वाटतें. किडे अथवा कीटक फसून त्यांचें भक्ष्य व्हावेत, या कारणाकरितां निरनिराळे मधुरस त्यांच्या चमत्कारिक शरीराच्या भागांत सांठविले असतात. एकदां जे किडे मधुरसास लुब्ध होऊन त्यांचे पानांत घुसतात, ते पुनः सुटून बाहेर जाऊं शकत नाहींत. अशा वनस्पतींच्या पानांत निरनिराळी विशिष्ट रचना आढळते. कांहींचा देंठ पोकळ असून आंत कांहीं पाचक आम्लें व रस असतात. किडे रस पिऊं लागले म्हणजे त्या आम्लाचे योगानें त्यांचें शरीर भाजून जातें, व हळु हळु तें कुजूं लागतें. शरीर पूर्ण कुजल्यावर वनस्पति त्याचा उपयोग करून घेतात. कांहीं वनस्पति शरीर कुंजेपर्यंत वाट पहात नाहींत. किडे गुरफटून मेल्यावर आंतून पाचक आम्ल निघून त्या किड्यांचें

शरीर आपोआप त्या आम्लांत विरघळून जातें. किड्याचे शरीरांत असणारे सेंद्रिय पदार्थ चट् सारे नाहींसे केले जातात.

प्राणिशरीरांत अन्न भक्षण केल्यावर पोटांमध्यें पाचक आम्लाचा परिणाम होऊन तें अन्न विरघळून जातें व त्यांतील पोषक पदार्थ उपयोगांत आणिले जातात. तद्वतूच ह्या वनस्पति पाचक आम्ल त्यावर सोडून किड्यांतील सेंद्रिय पदार्थ उपयोगांत आणितात. कांहीं वनस्पतीचे शरीरावर पिंडमय केंस असतात. एकंदर शरीराचा देखावा मनोहर असतो. किडा किंवा मुंगी आली म्हणजे केंसांतून एकप्रकारचा रस उत्पन्न होऊन त्यांस ते अडकवले जातात. जर किड्यानें सुटून जाण्याकरितां ज्यास्त धडपड केली, तर इतर केंसास ज्यास्त उत्तेजन मिळून पुष्कळ चिकट रस चोहोंबाजूनें त्या किड्या-भोंवतीं येऊन त्या रसांत तो किडा पूर्ण गुटमळला जातो, व शेवटीं तो मरतो. मग वरीलप्रमाणें त्याचे शरिराचे सेंद्रिय पदार्थ उपयोगांत आणिले जातात.

ह्या वरील प्रकारापेक्षां आणखी निराळा प्रकार पुष्कळ वेळां पाहण्यांत येतो कीं, ज्याचे योगानें दोन परस्पर भिन्न वनस्पति एके ठिकाणीं संयोग पावून परस्पर फायदा करून घेतात. दोघांनाही परस्परांची जरूरी असते. एका वनस्पतीस एक कार्य करितां येतें; पण तें दुसऱ्यास करितां येत नाहीं. तसेंच दुसऱ्यास जें करितां येतें, तें पहिल्यास करितां येत नाहीं. म्हणून दोघांचा संयोग झाला असतां दोन्हीं परस्पर कार्यें करून 'देवाण घेवाण' या न्यायानें परस्पर उपयोग करितात. क्षुद्र वर्गापैकीं आळंब्या व तसेंच शैवाल हरितूवर्ण ह्यांचा पुष्कळ वेळां संबंध येतो, व हा संयोग दोघांच्या जीवनक्रमांत महत्त्वाचा असतो. हरितूवनस्पतीस हवेंतून कार्बन्वायु शोषून त्यापासून सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थ बनवितां येतात; पण अशास पाण्याची जरूरी असते. आळंब्या हवेंतून पाणी शोषून त्यास पुरवतात. तसेंच ज्या पदार्थांवर हीं संयोगस्थितींत वाढतात, त्यापासून निरिंद्रिय द्रव्यें शोषून जेव्हां हरितूवनस्पतीमध्यें येतात, त्या वेळेस ती वनस्पति हवेंतून कार्बन्वायु शोषून त्यांपासून सात्विक सेंद्रिय पदार्थ बनविते. हे तयार असलेले सात्विक सेंद्रिय पदार्थ आळंबीस उपयोगीं पडतात; कारण तिला असले पदार्थ बनवितां येत नाहींत. पण हे तयार करण्यास जरूर लागणारें पाणी तसेंच निरिंद्रिय द्रव्यें हीं हरितूवनस्पतीस

आळंबी पोहोंचविते. एकूण दोन्ही परस्परांस उपयोगीं पडून परस्पर जीवनकार्यें साधितात.

कांहीं उच्चवर्गीय झाडांच्या मुळ्यांचा व आळंब्याचा अशा प्रकारचा परस्पर फायदेशीर संयोग होतो. ओक जातीच्या कांहीं झाडांत मुळें जमिनींत घुसल्यावर त्यावर शोषक केस येत नाहींत; पण अशा वेळेस आळंब्याचे धागे मुळांवर वाढून मुळांची सर्व बाजू व्यापून टाकितात. इतकेंच नव्हे तर हे धागे जमिनींत घुसून केंसाप्रमाणें शोषणाक्रियेस उपयोगीं पडतात. खरोखर मुळांवरील शोषक केंस न आल्यामुळें हीं झाडें वाळून गेलीं पाहिजेत; पण असें होत नाहीं. कारण केंसाचें काम हे आळंबी धागे करीत असतात, व त्याचे मोबदला त्यास मुळांतून सात्विक सेंद्रिय पदार्थ मिळतात, ह्यामुळें दोघांचें परस्पर काम होतें. 'जगांत कांहीं द्यावें व कांहीं उलट घ्यावें, असा न्याय्य आहे व तदनुसार येथें परस्पर प्रकार घडतो. खरोखर अशा ठिकाणीं उच्च वर्गीय वनस्पति क्षुद्रवर्गीय वनस्पतीवर पुष्कळ अंशीं अवलंबून असते. नेहमीं क्षुद्र वनस्पति उच्चवनस्पतीवर उपजीविका करते; पण वरील ठिकाणीं उलट स्थिति असते. ह्याच प्रकारचा संयोग डाळवर्गातील मुळांचा व सूक्ष्म जंतू (बॅक्टिरिया) चा असतो. बॅक्टिरिया हवेंतून नायट्रोजन वायु शोषण करून त्या झाडास पुरवितात व उलट ते त्यांतून सेंद्रिय पदार्थ भक्षण करितात. भुईमूग, वाटाणें, उडीद, मूग वगेरे झाडें मुळासकट उपटून पाहिली असतां मुळावर फोडासारख्या वाटोळ्या ग्रंथी आढळतात. ह्या ग्रंथीमध्यें सूक्ष्म बॅक्टिरिया जंतू असतात.

मागें सांगितलेल्या वृक्षादनी वनस्पतींत जरी दोन वनस्पतींचा संबंध येत असतो, तथापि दोन्ही परस्पर साहाय्य न करितां, एक दुसऱ्यावर आपला योगक्षेम चालवितात. त्यामुळें दुसऱ्यास फायदा न होतां उलट नुकसान होतें. दोन्ही परस्पर मदत करतीं तर दोहोंचें नुकसान न होतां उलट फायदा दोहोंसही झाला असता.

सेंद्रिय पदार्थ तयार झाल्यावर ज्या भागास जरूरी असेल त्या भागास त्यांची पाठवणी करणें हें पुढील काम असतें. शिवाय पानामध्यें हे पदार्थ पुष्कळ वेळ राहूं दिले, तर नवीन सेंद्रिय पदार्थ बनण्यास अडथळा येईल. तयार झाल्याबरोबर तावडतोब दुसऱ्या ठिकाणीं नेण्याची व्यवस्था झाली पाहिजे.

फांद्यांचे, खोडांचे अथवा मुळांचे वाढते कोंब ह्यांस सेंद्रिय द्रव्याची विशेष जरूरी असते. त्याचप्रमाणें कांहीं पेशी जीर्ण होऊन नवीन वाढण्याचा जेथें संभव असतो, त्या ठिकाणीं संघट्टनात्मक द्रव्याची आवश्यकता असते. अथवा संरक्षक केंस, पापुद्रे वगैरे जेव्हां वनस्पतीस पाहिजे असतात, तेव्हां त्यांची पूर्तता करण्यास सेंद्रिय पदार्थ त्या जागीं पाठवून तजवीज करणें भाग असते. तसेंच कीटक, मधमाशा वगैरे प्राण्यांस फसवून त्यांपासून कार्यें करून घेण्याकरितां कांहीं विशिष्ट अवयवांत मधुर रस अथवा त्याप्रकारचे दुसरे रस सांठविणें जरूर असतें. ह्या रसाचा उगम सुरू राखण्याकरितां तयार केलेले सेंद्रिय पदार्थ खर्चिले जातात. असल्या विशिष्ट अवयवांकडे सेंद्रिय द्रव्याची बोळवणी करणें अवश्य असतें. त्याच रीतीनें मांसाहारी वनस्पतींमध्यें व्यक्तिमात्र विशिष्ट रचना व विशिष्ट रस–उत्पादनाची जरूरी असल्यामुळें अशा ठिकाणीं सेंद्रिय द्रव्यें पाठविल्याशिवाय कसें भागेल ? हवेच्या फरकामुळें सेंद्रिय द्रव्यें तयार करण्याची शक्ति वनस्पतिशरीरांत कमी अधिक होत असते. अशा कारणाकरितां दूरदर्शीपणानें जागजागीं शिल्लक राखून ठेविली पाहिजे. बीजें हीं पुढील रोपडीं होत. त्यांच्या जननस्थितीस उपयोगी पडावींत म्हणून त्यांमध्यें कांहीं द्रव्यें सांठविणें जरूर आहे. इतक्या सगळ्या गोष्टी संभाळून वनस्पति आपलें शरीरसंवर्धन करितें. जागजागीं नुकसान व अपघात प्राण्यादिकांपासून वनस्पतीस सोसावे लागतात. तें नुकसान भरून काढण्याकरितां अथवा तें मुळापासूनच न होऊं देण्याकरितां निरनिराळया सोई प्रसंगविशेषीं वनस्पतीस कराव्या लागतात. अशा गोष्टीस सेंद्रिय द्रव्यें लागतात. हा खर्च सांठविलेल्या द्रव्यांतून करावा लागतो. वंशवर्धन करणें व तत्संबंधीं अवयवांची जोपासना व वृद्धि करणें, हीं सर्व वनस्पतिजीवनक्रमांत मोठीं महत्त्वाचीं असतात. ऋतुकालीं रोजच्या रोज तयार झालेल्या असल्या द्रव्यांपैकीं बहुतेक भाग ह्यांकडे पाठविला जातो.

सेंद्रिय रसमार्ग—पानाच्या रचनेंत वरील व खालील बाजू भिन्न रचनेच्या असतात. वरील बाजू गजासारख्या पेशींची असून खालील बाजू स्पंजासारख्या पेशींची असते. दोन्हींचा संबंध मध्यभागाचे सुमारास असतो. अव्यवस्थित पेशींचा एक भाग वरील पेशीशीं संबंध पावून, दुसऱ्या भागांचा संबंध पानांतील रज्जूशीं असतो. तयार झालेले सेंद्रिय पदार्थ वरून अव्यव-

स्थित भागांमध्यें येतात, व तेथूनच पुढें शिरांतून खालीं दुसरे जागीं पाठविले जातात. याप्रमाणें सारखें चाललें असल्यामुळें पानांत सेंद्रिय पदार्थ सांठले जात नाहींत. जर सेंद्रिय पदार्थ लवकर दूर करण्याची व्यवस्था नसती, तर पानें सेंद्रिय पदार्थांनीं पूर्ण भरून नवीन सेंद्रिय पदार्थ तयार झाले नसते. तयार झालेल्या सेंद्रिय पदार्थांवर निरनिराळीं कार्यें एका पेशींतून दुसरे पेशींत जातांना होत असतात. ह्यामुळें पदार्थ जसे जसे दूर जातील तसे तसे ते जास्त तावून सुलाखले असतात. वनस्पति शरीरांत चार प्रकारची व्यवस्था आढळते व त्याचे योगानें असले सेंद्रिय पदार्थ चोहोंकडे पोहोंचविले जातात.

१. पहिली व्यवस्था म्हणजे वाहिनीमय ग्रंथीभोंवतीं असलेलें समपेशी-परिमाणी म्यान होय. हीं म्यानें (Vascular bundle sheath) पानामध्यें चांगलीं वाढलीं असतात.

२. ग्रंथीद्वयामधील असणारे ग्रंथ्यंतराल पदर (Medullary rays) ह्यांच्या पेशीसुद्धां वरीलप्रमाणें सम परिमाणी असून भित्तिका टणक व लांकडी असतात.

३. मृदुतंतुकाष्ठ Soft bast हें तंतुकाष्ठ प्रत्येक ग्रंथीमध्यें नेहमीं असतें. येथील वाहिन्या चाळणीदार असून, इतरांप्रमाणें येथेंही पेशी समपरिमाणी Parenchymatous असतात.

४. दुग्धरसवाहिन्या (Laticeferous Vessels) ह्याच्या पेशी पातळ असून त्यांच्या शाखा जागजागीं एकमेकांत गुंतलेल्या असतात. विशेषेंकरून ह्या वाहिन्या वाहिनीमय ग्रंथीसभोंवतीं असतात. ह्या सर्वच वनस्पतीमध्यें असत नाहींत.

वर सांगितलेल्या ह्या चारी रस्त्यांनीं सेंद्रिय पदार्थ द्रव स्थितींत ठिकठिकाणीं पोहोंचविले जातात. एवढेंच नव्हे, तर विशिष्ट सेंद्रिय पदार्थ विशिष्ट मार्गानें जातात. जसें ग्रंथ्यंतराल पदरांतून मुख्यत्वेंकरून सात्त्विक पदार्थच जात असतात. पानाच्या शिरासभोंवतालच्या प्रदेशांतून केवळ ग्ल्यूकोसाइड्स् (विशिष्ट साखर) जातात. इतर समपरिमाण पेशींतून साखर जाते. मृदुतंतु-काष्ठसमुच्चयांतून नायट्रोजनयुक्त द्रव्यें वाहत जातात. ह्या नायट्रोजनयुक्त द्रव्यांचा वनस्पतीच्या वाढीस फार मोठा उपयोग असतो.

कित्येक वेळां हुशार माळी मृदु तंतुकाष्ठांवर प्रयोग करून फायदा करून घेतो. एखादेवेळेस झाड चांगलें वाढलेलें असून त्यास फळें येत नाहींत, अशा वेळेस माळी चाकूनें संवर्धक पदरापर्यंत फांदीवरील एक इंचभर जागा कापून टाकितो. त्यामुळें वर जाणारा पाण्याचा प्रवाह पूर्वीप्रमाणें चालून तयार झालेले सेंद्रिय-पदार्थ खालीं येण्याचे थांबतात. वरील फांदी जास्त वाढून त्यावर फुलें व फळें येऊं लागतात. असला प्रयोग वरचेवर होऊं दिल्यास फायदा न होतां झाड अजीबात वाळून जाण्याचा संभव असतो. खालील भागीं वरून सेंद्रिय पदार्थ न येऊं दिल्यामुळें खालील भाग सुकत जातो. अशा प्रयोगास 'वळी बांधणें' (Ringing) म्हणतात.

सत्त्व अथवा सत्त्वासारखे दुसरे कण द्रवस्थितींत नेले जातात. प्रत्येक पेशींची भित्तिका सूक्ष्म व छिद्रमय असल्यामुळें त्यांतून सात्विक द्रव हळुहळु वाहत जातो. प्रत्येक पेशींत हा रस गाळिला गेल्यामुळें तो दोषरहित होतो. पुष्कळ वेळां असा प्रश्न उद्भवतो कीं, असल्या पेशिमालिकेची काय जरूरी आहे ? पेशी–मालिकेऐवजीं रसवाहक नळ्या सार्वत्रिक असत्या तर रस ने आण करण्याचें काम जास्त सुलभ झालें असतें. दिसण्यांत प्रश्न योग्य वाटतो, पण नैसर्गिक गोष्टी व तजविजी योग्यच असतात. पेशी–मालिकेंत भित्तिका असल्यामुळें सात्विक द्रवाचा प्रवाह सारखा व्यवस्थित चालून तो थोडा थोडा प्रत्येक पेशींत खेळत राहतो. तो रस एका जागींच सर्व जमत नाहीं. पेशीच्या नळ्या असत्या तर तो एका जागीं जमून राहण्याचा अधिक संभव आहे. रस सार्वत्रिक न खेळतां केवल एका जागीं सांठणें हें वनस्पतीच्या आरोग्य-दृष्ट्या चांगलें नसतें; म्हणून पेशिमालिकेंत भित्तिका असणें अवश्य आहे. शिवाय पेशिमालिकेंतून रस वाहत असतांना त्याचें भिन्न भिन्न रूपांतर होत असतें. सत्त्वापासून साखर अथवा नायट्रोजनयुक्त द्रव्यें वगैरे तयार होतात. ह्या निरनिराळ्या स्थित्यंतरामुळें जीवनकण व पेशी-घडणात्मक द्रव्यें उत्पन्न होतात, म्हणून पेशिमालिका केवळ रसवाहकच आहे असें नाहीं, तर त्यांत वनस्पतिसंवर्धनास योग्य असे फेरबदल होत जातात.

श्वासोच्छ्वासक्रिया:—वनस्पतिशरीरांत बाष्पीभवन, कार्बन संस्थापन, वगैरे क्रिया जशा महत्त्वाच्या आहेत, तशीच श्वासोच्छ्वासक्रिया महत्त्वाची आहे.

जोंपर्यंत प्राणी अथवा वनस्पति जिवंत असतात, तोंपर्यंत ही क्रिया सारखी चालू राहते. ही क्रिया मृत्यूबरोबर बंद होते. रात्रीं, दिवसा निद्रितावस्थेंत तसेंच जागृतावस्थेंत ही क्रिया चालत असते. प्राणी वर्गात ही क्रिया चालविण्याचीं जीं विशिष्ट अवयवें असतात, त्यांस फुफ्फुसें ह्मणतात. वनस्पतिवर्गात असलीं अवयवें नसल्यामुळें तिच्या प्रत्येक जिवंत पेशींत ही क्रिया चालते. ह्या पेशी सूर्यप्रकाशाकडे हवेंत असोत अथवा जमिनींत गाडलेल्या राहोत, सूक्ष्म असोत वा पूर्ण वाढलेल्या असोत, ह्या सर्वातून ही क्रिया सारखी सुरू असते. श्वासोच्छ्वास बंद होणें म्हणजे मरणें, अथवा जिवंत असणें व श्वासोच्छ्वास करणें हीं दोन्ही समानार्थी उपयोग करितात. हा नियम सर्व सजीव कोटीस लागू असतो; मग ती कोटी प्राणिवर्गाची असो अथवा वनस्पतिवर्गाची असो.

वनस्पतिशरिरांत कार्बनसंस्थापन झाल्यामुळें सेंद्रिय पदार्थ बनण्यांत सूर्य किरणांची शक्ति खर्चिली जाऊन त्यांत त्या शक्तीचा गुप्त सांठा राहतो. ह्या सांठलेल्या शक्तीचा उपयोग होण्यास श्वासोश्वासक्रियेची जरूरी असते. श्वासोश्वास क्रियेनें हे शक्तीचे सांठे फोडून साधे केले जातात. त्या शक्तींचा सजीव तत्वास उपयोग होतो. सजीव कणांच्या चांचल्यशक्तीमुळें सूर्यप्रकाशांत हरितवर्ण शरीरें बनून त्यापासून पुनः नवीन सेंद्रिय पदार्थ उत्पन्न होतात. एकंदरींत हें रहाटगाडगें सुरळीत चालावें म्हणून दोन्ही क्रिया परस्पर सहाय्य करितात. एका क्रियेनें कार्बन संस्थापन करावेत ह्मणजे सेंद्रिय पदार्थ बनवावेत व दुसऱ्या क्रियेमुळें त्या पदार्थांचा उपयोग जीवनकणांस होत जावा. जोंपर्यंत श्वासक्रियेचा परिणाम सेंद्रिय पदार्थांवर होत नाहीं, तोंपर्यंत शरीरसंवर्धनाकडे त्यांचा उपयोग होणार नाहीं. रेलवेच्या कारभारांत दोन खातीं मुख्य असतात. एक ट्रॅफिक् खातें व दुसरें लोको खातें. ट्रॅफिक् खात्याकडून दररोज शेंकडो रुपये जमविले जातात; पण लोकोखात्याकडून त्या रुपयांचा खर्च केला जातो. लोकोखातें रुपये खर्च करून ट्रॅफिक् खात्यास अधिक उत्पन्न मिळविण्याचीं साधनें तयार करितें. इंजिनें बांधणें, गाड्या तयार करणें, वगैरे गोष्टी लोको खातेंच करितें; पण या गोष्टींचा परिणाम ट्रॅफिक् खात्यास उत्पन्न वाढविण्याकडे होतो. नुसतें ट्रॅफिक् खातें अथवा नुसतें लोकोखातें कधींही चालणार नाहीं. परस्पर दोन्हींची सांगड असणें जरूर आहे. एकानें उत्पन्न करावें,

दुसऱ्यानें त्या उत्पन्नाचा खर्च करून तें उत्पन्न येत राहील अशी तजवीज करावी. शिवाय ट्रॅफिक खातें सुरू होण्यापूर्वी लोकोखातें अस्तित्वांत येतें. तें कायम राखणें ट्रॅफिक् खात्याच्या उत्पन्नावर अवलंबून असतें. हा दृष्टांत वनस्पतिशरिरांत असणाऱ्या खात्यास लागू पडतो. एका खात्याकडून सेंद्रिय पदार्थ उत्पन्न करावेत, व दुसऱ्याकडून ते पदार्थ खर्चून पुनः सेंद्रिय पदार्थ उत्पन्न करण्याची शक्ति व साधनें पहिल्या खात्यास द्यावीं, असा परस्पर संबंध असतो. जमा असल्याशिवाय खर्च नाहीं व खर्चाशिवाय जमेस महत्त्व नाहीं. खर्च होऊन जी शिल्लक राहते, ती शरीरपुष्टीकडे उपयोगी पडते.

श्वासोच्छ्वासक्रियेंत हवेंतून शुद्ध आक्सिजनवायु शोषिला जाऊन बाहेर कार्बन् आम्लवायु सोडिला जातो. पूर्वीच्या कार्बन संस्थापनेंत कार्बनवायु शोषिला जाऊन त्याचें विघटीकरण होऊन त्यापासून सेंद्रिय पदार्थ बनल्यावर उलट आक्सिजन वायु सोडिला जातो. ह्या दोन्ही क्रिया परस्पर विरुद्ध आहेत. दिवसाउजेडीं कार्बन् संस्थापन क्रिया जोरानें चालत असल्यामुळें श्वासोच्छ्वास क्रिया स्पष्ट समजली जात नाहीं; पण रात्रीं कार्बन् संस्थापन बंद असल्यामुळें श्वासोच्छ्वास क्रिया स्पष्ट कळते. लहान रोपड्यावर चोहों बाजूंकडून एखादें कांचेचें झांकण घालून बाहेरून आंत नवीन हवा न येईल अशी व्यवस्था करावी. नंतर त्या रोपड्यास श्वासोच्छ्वास क्रियेस शुद्ध आक्सिजन वायु न मिळाल्यामुळें ती क्रिया बंद पडून तो रोपा मरून जातो. मागाहून पुनः शुद्ध हवेंत तो रोपा ठेविला तर तो जगत नाही. शुद्ध हवा वनस्पतीस अगर प्राण्यास नेहमीं अवश्य पाहिजे. जर ही हवा कमी मिळत जाईल, तर त्याचा परिणाम त्यांच्या शरीरप्रकृतीवर ताबडतोब होईल.

इंजिनमध्यें असणारीं लांकडें जळून ज्याप्रमाणें इंजिनाकडून काम होत असतें, तद्वतच वनस्पतिशरीरांतील सेंद्रिय पदार्थ जळून त्यांपासून मोठें कार्य होत असतें. श्वासोच्छ्वास क्रिया म्हणजे सेंद्रिय पदार्थ जळणें होय, व त्यामुळें प्राणिवर्गाप्रमाणेंच वनस्पतिशरीरांत एक प्रकारची कायम उष्णता आढळते. निरनिराळ्या वनस्पतींची श्वासोच्छ्वास क्रिया कमी अधिक जोराची असते. ज्यांमध्यें सेंद्रिय पदार्थ कमी आहेत, त्या पदार्थांत श्वासोच्छ्वासक्रिया कमी वेळ चालते. कारण ते सेंद्रिय पदार्थ एकदां श्वासोच्छ्वास क्रियेमुळें जळून

गेले म्हणजे पुढें नवीन तसले पदार्थ न मिळाले तर ती श्वासोछ्वासक्रिया बंद होणारच. पूर्ण वाढत्या स्थितीपेक्षां कोंवळ्या स्थितींत आपल्या मानानें श्वासोच्छ्वासक्रिया अधिक जोरानें चालते. बीजजनन होत असतां प्रथम ही क्रिया मंद असून पुढें जेव्हां बीजाचे अंकुर दीर्घ होतात, त्यावेळेस ही क्रिया जोरानें चालू होते; पण पानें वाढून स्वतंत्र रितीनें अन्नशोषणक्रिया सुरू झाली म्हणजे त्यामधील श्वासोच्छ्वासक्रिया पूर्वीपेक्षां मंद चालते. हिंवाळ्यांत झाडें निद्रितावस्थेंत असतांना श्वासोच्छ्वास क्रिया मंद चालते व असें चालणें जरूरीचें असतें. कारण निद्रावस्थेंत नवीन सेंद्रिय पदार्थ तयार होत नाहींत व जर श्वासोच्छ्वास क्रिया नेहमीप्रमाणें जोराची सुरू असली तर ते सेंद्रिय पदार्थ लवकर संपून पुढें पंचाईत पडली असती. पण उन्हाळ्यांत श्वासोच्छ्वास क्रिया जोरानें चालू होते. उष्णतेचा परिणाम ह्या क्रियेवर नेहमीं होत असतो. उष्णता अधिक तर श्वासोच्छ्वासक्रियेचा जोर अधिक असतो. बीजें जिवंत असून, निद्रितावस्थेंत असल्यामुळें त्यामध्यें श्वासोच्छ्वासक्रिया चालत नाहीं. बीजें पुष्कळ दिवस टिकतात. ह्याचें कारण त्यामध्यें श्वासोच्छ्वासक्रिया न चालणें होय. बटाट्याच्या कोठाऱ्यास सर्द हवा लागली तर बटाटे श्वासोच्छ्वासक्रिया सुरू करितात व त्यापासून अंकुर फुटू लागले म्हणजे बटाटे फार दिवस टिकत नाहींत. श्वासोच्छ्वास क्रियेमुळें आंतील सेंद्रिय अन्न दिवसेंदिवस कमी होऊन बटाटे कुजूं लागतात. ह्याकरितां वरचेवर बटाटे चाळवून सडलेले बटाटे बाहेर काढीत असावें. बीजांस सुद्धां सर्द हवा लागून उपयोगी नाहीं. नाहीं तर श्वासोच्छ्वास क्रिया सुरू होऊन बीजें उगवूं लागतील. बीजें ठेवण्याची जागा चांगली कोरडी असली पाहिजे. पाण्याचा अंश श्वासोच्छ्वास क्रियेस उत्तेजित करून बीजापासून अंकुर फुटतात. बीजांतील निरनिराळ्या द्रव्याप्रमाणें श्वासोच्छ्वास क्रिया कमी अधिक चालते. तेलट बीजें हवेंतून ऑक्सिजन वायु जास्त शोषण करितात. सात्विक बीजें हा वायु कमी घेतात. ज्यामध्यें नायट्रोजनयुक्त पौष्टिक द्रव्यें असतात, अशीं बीजें जास्त श्वासोच्छ्वास करितात.

पाण वनस्पति पाण्यांतून आक्सिजन वायु शोषण करून श्वासोच्छ्वास क्रिया चालवितात. अति खोल पाण्यांत आक्जिन वायु मिळणें अशक्य असेल अशा ठिकाणीं वनस्पति उत्पन्नही होणार नाहींत. पुष्कळ वेळां पाण-

वनस्पति बाटलींत बूच घालून दुसरे गांवीं पाठवितात; पण असें पाठविणें फार धोक्याचें असतें. कारण ह्यामुळें वनस्पतीची श्वासोच्छ्वास क्रिया बंद होऊन आंतलेआंत त्या मरून जाण्याची भीति असते. बाटलीस घट्ट बूच असल्यामुळें बाहेरील शुद्ध हवा मिळणें शक्य नसते. ह्याचा परिणाम श्वासोच्छ्वास क्रियेवर होऊन शेवटीं ती वनस्पति मरते; म्हणून अशा रीतीनें न पाठवितां मोकळ्या हवेची तजवीज करून वनस्पति पाठविली पाहिजे.

प्रकरण १५ वें.

पचन, वाढ व परिस्थिति.

वनस्पतिशरीरांत उत्पन्न होणाऱ्या सेंद्रिय पदार्थांवर पाचकतत्त्वाचा परिणाम होऊन त्यांची ‘ने–आण’ चांगली होते. न विरघळलेल्या स्थितींत पदार्थ पेशीपासून दुसऱ्या पेशींत जाणें मुष्कलीचें असतें. त्यास अवश्य द्रवस्थिति पाहिजे तेव्हां कोठें पेशीभित्तिकेंतून रस्ता मिळतो. जेथें सेंद्रिय द्रव्यें सांठविलीं जातात, तेथून ती दुसरीकडे न्यावयाचीं असलीं तर त्यांवर प्रथम सजीवतत्त्व पाचकशक्तीचा उपयोग करून त्यास विरघळवितें, व द्रव्यस्थितींत दुसरीकडे पाठवितें. सजीवतत्त्वास ही जरी शक्ति असते, तथापि वनस्पतिशरीरांत निराळे पाचकरस (Enzimes) तयार असतात. सजीवतत्त्वामुळें कांहीं विशिष्टपिंडांस असे, रस उत्पन्न करण्याची शक्ति असते. जेथें जेथें व जेव्हां जेव्हां जरूरी असते, त्यावेळेस त्या ठिकाणीं हा पाचकरस उत्पन्न होऊन पचनकार्य घडत असतें. जेव्हां सजीवतत्त्वास हा पाचकरस स्वतः उत्पन्न करावयाचा असतो, त्यावेळेस त्यास कणीदार आकार येतो. कणीदार भागाचे पुष्कळ फरक होत होत पाचकरस उत्पन्न होतो. ज्याप्रमाणें पेशीभित्तिका सजीवतत्त्वाच्या घटकद्रव्यांतून बनते, व ती बनतांना जसे जसे जीवनकणांत फरक होत जातात, तद्वत्‌च हा पाचकरस उत्पन्न होतांना जीवनकणांमध्यें फरक होत असतात.

वनस्पतीची पचनक्रिया नेहमीं बहुतकरून पेश्यंतर होत असते. क्वचित् क्वचित् प्रसंगीं ही क्रिया पेशीबाह्य घडते, म्हणजे अन्नशोषण करण्याचे पूर्वी त्यावर पाचक आम्लाचा परिणाम होऊन पचनक्रिया बहुतेक बाहेर घडते; नंतर पचन क्रियेनें उत्पन्न केलेले पदार्थ शरीरांत शोषिले जातात. आळंब्या वर्गांत बहुतेक अन्नशोषणक्रिया बाह्य होऊन नंतर तें अन्न शोषिलें जातें. पेश्यंतर होणारें पचन पुष्कळ अंशीं क्षुद्रप्राण्याच्या पचनासारखें असतें. वनस्पतिशरीरांतील सजीव तत्त्व असल्या पचनक्रियेस चालून देतें, त्यामुळें पचनक्रिया सेंद्रिय पदार्थांवर होऊन त्या पदार्थांमध्यें असणारी गुप्त शक्ति व्यक्त होऊन वनस्पतीचे इतर व्यवहार चालू राहतात. सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थांवर तसेंच नायट्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थांवर पचनक्रिया करणारे पाचक रस वेगवेगळे असतात. ह्या रसापासून संकीर्ण पदार्थ साधे होऊन पचविण्यास योग्य होतात. संकीर्ण वस्तू साधी होणें व साधी वस्तू संकीर्ण होणें, म्हणजे ' वस्तूविघात ' व ' वस्तुघटना ' हीं दोन्हीं कार्यें सजीव तत्त्वाच्या चपलतेवर अवलंबून असतात; व जेथें घटना होते, त्याबरोबरच दुसरीकडे अन्य वस्तूंची विघटना असावयाचीच, व हीं दोन्हीं कार्यें बरोबरच होत असतात.

पाचकरस विशेषेंकरून अंधारांत अथवा मंद उजेडांत आपलें पचन काम झपाट्यानें चालवितो. अती कडक उन्हांत त्याची पचनक्रिया मंदावते. जेथें जेथें पोषक अन्नांचा सांठा असतो, त्याठिकाणीं असल्या रसाचें अस्तित्व असतें. जर तेथें तयार रस नसेल तर विशिष्ट पिंडांची योजना असते. हेतू एवढाच कीं, ज्यावेळेस जरूरी असेल, त्यावेळेस ताबडतोब पाचक रसाचा उपयोग होऊन पचनक्रिया पूर्ण व्हावी. बीजें, कंद, पानें, किंवा मुळ्या ह्यांमध्यें रसाची योजना असते. ह्यांमध्यें सांठविलेले सेंद्रिय पदार्थ लवकर पचविले जाऊन त्याचा उपयोग शरीरसंवर्धनाकडे होत असतो. मांसाहारी वनस्पतीमध्यें पाचकरस बाहेरचे अंगास येऊन आपलें भक्ष्याचें पचन करून त्यांतील पौष्टिक पदार्थ आंतील अंगास द्रव्यस्थितींत आणण्याची व्यवस्था होते, मक्याचे दाण्यांत गर्भ व पौष्टिक अन्न ह्यांचे दरम्यान बीजदलाचा विशिष्ट पडदा (Scutellum) असतो. ह्या पडद्यास बीजदल (Coty Ledon) असें संबोधितात. मका किंवा त्यासारखीं इतर बीजें ह्यांमध्यें

ह्याच प्रकारचा पडदा अन्न व गर्भ ह्यांचे दरम्यान आढळतो. ह्या पडद्यांत पुष्कळ पाचक पिंड असतात. जेव्हां बीजास सर्द हवा मिळते त्यावेळेस आंतील गुप्त सजीवतत्त्व जागृत होऊन अन्न पोषण करण्यास सुरवात होते. गर्भा-बाहेरील अन्न ह्या पाचक पिंडाकडून गर्भांत शोषिलें जाऊन गर्भ वाढूं लागतो, व हळूहळू अंकुर बाहेर पडतात; म्हणजे उगवत्या गर्भास पडद्यामध्यें असणाऱ्या पाचक पिंडाकडून बाहेरील अन्न उपयोगास मिळतें. पचन केलेल्या अन्नापासून जीवनकण कसे तयार होतात अथवा कसें शरीरवर्धन होतें, ह्यासंबंधीं अजून अज्ञान आहे. वनस्पतीच्या वाढत्या कोंबाची बारीक तपासणी जरी केली तरी, त्यासंबंधानें कांहीं पत्ता लागत नाहीं. कारण वाढत्या कोंबांत जीवनकण अथवा खरी वाढ असते. वनस्पतीशरीरांत असणारी साखर कशी व कोठें जाते, तसेंच नायट्रोजनयुक्त पदार्थ किंवा ॲमिडो असिड्स कोणते मार्गानें जाऊन त्यांचें पर्यवसान जीवनकण तयार होण्यांत कसें होतें, ह्याविषयीं अजून कांहीं कळलें नाहीं. हें एक खरोखर मोठें गूढ आहे. प्राणिवर्गातील अन्नासंबंधानें ज्याप्रमाणें अभ्यास व शोध झाले आहेत, त्याप्रकारचे प्रयोग अजून वनस्पति अन्नासंबं-धानें झाले नाहींत.

वस्तु आंबणें:—पाचकरस अथवा पाचकरसोत्पादक पिंड नसून कांहीं वेळां पाचक रसासारखें कार्य दृष्टीस पडतें. हें कार्य पुष्कळ अंशीं श्वासोच्छ्वास क्रियेसारखें असतें. साखरेचा पाक कांहीं दिवस उघडा राहूं दिला असतां, त्यांत किण्ववनस्पति (Yeast) उत्पन्न होऊन साखरेस घाण येऊं लागते. ती किण्ववनस्पति साखरेसारख्या संकीर्ण पदार्थाचें विघटीकरण करून ऑक्सिजन वायु भक्षण करिते. पुढें त्यापासून कार्बन् आम्ल व आलकोहल तयार होतात. इतर आम्लेंही त्यांत उत्पन्न झाल्यामुळें त्या पाकास घाण येत असते. विशेषें-करून आळंबी जातीच्या क्षुद्रवनस्पति असली नासाडी करूं शकतात. खरोखर ह्याठिकाणीं किण्ववनस्पतीनें हवेंतून ऑक्सिजन शुद्ध वायु न शोषण करितां, साखरेच्या घटकावयवांतून तो वेगळा करून भक्षण केला, ह्यामुळें साखरेचें संकीर्णत्व नाहींसें होऊन त्यापासून कार्बन आम्ल वगैरे वस्तू त्यांत उत्पन्न झाल्या. असल्या प्रकारास साधारण नांव ' वस्तू आंबणें ' असें प्रचारांत आहे. तेव्हां ' वस्तु आंबणें, (Fermentation) किंवा श्वासोच्छ्वासक्रिया सुरू

असणें ह्यांत तात्त्विकदृष्ट्या विशेष फरक कांहींच नसतो. जसें श्वासोच्छ्वास क्रियेमध्यें वस्तू जळते, त्याचप्रमाणें येथें अलग केलेल्या ऑक्सिजन् वायूचे योगानें सात्विक सेंद्रिय पदार्थ जळले जातात.; त्यांची संकीर्णता मोडून जाते. आंबण्याची क्रिया अथवा सडण्याची क्रिया कांहीं विशिष्ट उष्णतेमध्यें चालू राहते. शिवाय निरनिराळ्या आळंब्याकडून होणारी ही नासधूस वेगवेगळ्या प्रकारची असते. भयंकर सांथीचे रोग वगैरे ह्या आळंब्यावर्गीय बॅक्टिरिया जंतूकडूनच उत्पन्न होतात.

पाचकरस अथवा आंबणें ह्या दोन्ही गोष्टींचा मुख्य उद्देश सेंद्रिय पदार्थांचा उपयोग होऊन सजीव तत्त्वाच्या घटकायवास भर घालणें अथवा नवीन जीवनकण तयार करणें होय. ह्या सेंद्रिय पदार्थांचे कसे जीवनकण होतात, ह्याविषयीं अज्ञान असल्याचें पूर्वीं सांगितलेंच आहे. परिमाणांवरून कारण शोधणें या तत्त्वानुसार सजीव तत्त्वाच्या घटक द्रव्यांवरून तीं द्रव्यें कशीं होत गेलीं, यांचें अनुमान करणें तूर्तच्या प्रसंगीं योग्य असते. शिवाय जीवंत स्थितींत व मृत स्थितींत घटकद्रव्यांत फरक होतो व तो समजणें दुर्बोध आहे. सजीव तत्त्वाच्या घटक द्रव्यांचें पृथक्करण करूं लागलें असतां तें मरून जातें. मेल्याबरोबर त्या द्रव्यांत रासायनिक फरक होत जातात म्हणून मृतस्थितींत जीं द्रव्यें आढळतात, तें खरें पृथक्करण नव्हें.

जीं द्रव्यें पेशी घटकावयवांमध्यें आढळतात, तीं सर्व सेंद्रिय पदार्थांपासून सजीव तत्त्वाच्या चांचल्यशक्तीमुळें उत्पन्न झालीं आहेत. खरोखर सेंद्रियअन्नापासून जीवनकण तयार होतात, व त्या कणांत पुनः घडामोड होऊन पेशीद्रव्यें किंवा पेशीवाढ होत असते. वनस्पतिशरीरसंवर्धनांत सजीव तत्त्वाचे घटकावयव खर्च होत असतात, पण त्याबरोबरच अन्नादिरसापासून ते घटकावयव नवीन तयार होतात. जोंपर्यंत सजीव तत्त्व जिवंतस्थितींत असतें, तोंपर्यंत त्यामध्यें सारखे फरक होत राहतात. तसेंच इतर श्वासोच्छ्वासादि क्रियेमुळें रासायनिक फरक सेंद्रियपदार्थांत होत असतात. ह्या फरकांचा परिणाम जीवनकणवर्धनांत होऊन वनस्पतिघटकद्रव्यें उत्पन्न होतात.

पेशीघटनाः—प्रथम ज्या पेशींत हीं द्रव्यें तयार व्हावयाचीं असतात, त्यांत सजीव तत्त्व व मधून मधून जडस्थानें आढळतात. सेंद्रिय अन्नापासून

सजीव कण वाढूं लागतात, व होतां होतां सर्व पेशी सजीवकणांनीं भरून जडस्थानें नाहींशीं होऊन पेशीवर सारखे कणीदार जीवनकण उत्पन्न होतात. त्यामुळें गारेच्या स्फटिकाप्रमाणें पेशी पांढरी दिसूं लागते. कांहीं वेळानें हे कण पेशीरसांतून दुसरे जागीं जाऊन पेशीस पूर्वींसारखा आकार येतो. जडस्थानें पुनः उत्पन्न होऊन कणीदार आकार कमी होतो. पेशीविभागाचे वेळीं केंद्रांत गडबड होऊन त्याचे दोन भाग होतात. त्या दोन्ही भागांचा संबंध बारीक जीवनकणतंतू द्वारें होत असतो. रवाळ जीवनकण (Microsomata) मध्यभागीं जमून पातळ पडदा तयार होतो. जीवनकणांचे विघटीकरण होऊन त्यांच्या घटकद्रव्यांतून हा पडदा तयार होतो. पेशीभित्तिकेची जाडी वाढत असतांना ह्याचप्रकारचें विघटीकरण होऊन बाह्य पडद्यावर भित्तिकेचें विशिष्ट-घटक द्रव्य जमत जातें.

सत्त्वाचे कण हे सेल्युलोज व मॅन्युलोज ह्या दोन द्रव्याच्या अभेद्य मिश्रणानें बनले असतात. पेशी द्रव्यांत सुद्धां सत्त्वाचे कण पुष्कळ असतात. हरित् अगर शुभ्र शरीरांकडून हे कण तयार होतात. ज्याप्रमाणें पेशी–घटक–द्रव्य (Cellulose) जीवन कणांच्या विघटीकरणापासून तयार होतें, तद्वतूच सत्त्व (Starch) सुद्धां उत्पन्न होतें.

पेशींतील निरनिराळया घटक द्रव्यापैकीं महत्त्वाचीं द्रव्यें म्हणजे अल्ब्यूमेन (Albumen) व सेल्युलोज (Cellulose) हीं होत. अल्ब्युमेन द्रव्याशिवाय जीवनकण तयार होत नाहींत. नायट्रोजन क्षाररूपांत शोषिला जाऊन त्याचा सात्त्विक सेंद्रिय पदार्थांशी संबंध येतो. रासायनिक संयोग होऊन अल्ब्यूमेन द्रव्यें तयार होतात. त्यापासून जीवनकण तयार होत असतांना ह्या अल्ब्युमेन–द्रव्यांत कसें कसें स्थित्यंतर होत असतें, ह्याविषयीं आपलें अज्ञान आहे.

सेल्युलोज सात्त्विक सेंद्रियद्रव्यांपैकीं आहे. त्याचे घटकप्रमाण सत्त्वासारखेंच असतें. त्याच्या घटकावयवामध्यें नायट्रोजन नसतो. नायट्रोजनचा अभाव हा फरक अल्ब्यूमेन व सेल्युलोज द्रव्यामध्यें आहे. पेशी भित्तिका ह्याच द्रव्याची बनली असते.

घटणेस अप्रत्यक्ष मदत—अल्ब्युमेन व सेल्युलोज ह्या दोन मुख्य द्रव्या व्यतिरिक्त वनस्पती-घटणेकडे दुसरीं अनेक द्रव्यें अप्रत्यक्ष मदत करितात.पानांतील

हरिद्वर्णक (Chlorophyll) वनस्पतीपोषणास अप्रत्यक्ष मदत करितो. हें प्रसिद्ध आहेच. तो सजीव हरिद्वर्ण शरीरांत असून त्याची उत्पत्तीसुद्धां सजीव कणाच्या विघटीकरणामुळें होते. तथापि ह्याच्या उत्पत्तीस चार बाह्य गोष्टींची अवश्यकता असते. १ प्रकाश, २ विशिष्ट उष्णता, ३ शुद्ध हवा, व ४ लोहाचा अंश ह्या बाह्य गोष्टीपैकीं एखादी गोष्ट कमी असली तर हरिद्वर्ण शरीरांत फरक होतो. हिरवीं पानें प्रकाश कमी असेल तर पिंवळीं फिकट होतात; पण प्रकाश पुनः मिळू लागला असतां पूर्वीप्रमाणें तीं हिरवीं होतात.

उष्णता कमी झाली असतां त्याचा परिणाम त्यावर लगेच होतो. वसंत ऋतूचे सुरुवातीस झाडांचीं पानें तांबूस असतात, पण अधिक उष्णता मिळू लागली म्हणजे तीं आपोआप हिरवीं होतात.

शुद्ध ऑक्सिजन वायू वनस्पतीस न मिळाला तर पानें रोगट अगर फिकट होतात, पण उलट तो वायु चांगला मिळाला असतां पूर्वीची स्थिती येते.

जमिनींत लोहाचा अंश नसेल तर हरिद्वर्ण (Chlorfbyll) कणच उत्पन्न होणार नाहींत.

फुलामध्यें सुद्धां निरनिराळे रंग आढळतात. केवळ पुंकेसर (Staminate) अगर केवळ स्त्रीकेसर (Pistillate) फुलांत अशाच चमत्कारिक रंगांचा उपयोग होतो. रंगास भुलून निरनिराळे कीटक त्यावर बसतात व त्याचा परिणाम पराग ने आण करण्यांत होऊन गर्भधारणेस मदत होते.

फुलांमध्यें मधुररस आढळतो. ह्याचा उपयोगही पुष्कळ वेळां गर्भसंस्थापनक्रियेस होतो. रंगाचा अथवा मधुररसाचा वनस्पतिकार्यास अप्रत्यक्ष उपयोग असतो.

मेण, निरनिराळीं तेलें, रेझिन, टॅनिन् वगैरे पदार्थ सजीव कणांच्या प्रत्यक्ष विघटीकरणामुळें जरी नाहीं, तथापि त्यांपासून तयार झालेल्या पदार्थांतून हे पदार्थ शेवटीं उत्पन्न होतात. आतां ह्या पदार्थांपैकीं कांहीं ठिकाणीं तेल हें प्रत्यक्ष त्यांच्या विघटीकरणापासून उत्पन्न होतें. म्हणजे जसें कांहीं विशिष्ट-पिंडापासून विशिष्टरस उत्पन्न होतो, तद्वत्‌च जीवनकणांपासून तेल उत्पन्न होतें. अलीकडील शोधांतीं रेझिन् ही वस्तु पेशीभित्तिकेच्या विघटीकरणामुळें उत्पन्न होते, असें सिद्ध झालें आहे.

असो; सेंद्रिय द्रव्यें तयार झालीं किंवा त्यांपासून अल्ब्यूमेन द्रव्यें बनलीं, अथवा हवेंत उष्णता किंवा जमिनींत पाणी हीं पुष्कळ असलीं, तथापि त्यांपासून नवीन वाढ होत नसते. त्यावर जीवनकार्य झालें पाहिजे, म्हणजे सजीव-तत्वाच्या चैतन्य शक्तीनें वाढीस उपयोगीं पडणाऱ्या साधनापासून नवीन कण तयार झाल्यावरच खरी वाढ झाली असें म्हणता येईल. केवळ हीं सर्व साधनें एकेजागीं गोळा केलीं असतां इच्छित वाढ होत नसतें, त्यास सजीव तत्त्वाचें अवश्य साहाय्य पाहिजे, त्याविना कांहीं नाहीं.

वाढः—मुळांच्या किंवा खोडांच्या वाढत्या कोंबाकडे लक्ष्य दिलें असतां, असें आढळून येईल कीं, रोज रोज त्याची थोडी थोडी वाढ होत असते. कोंवळ्या पानापासून मोठीं पानें तयार होतात. लहान फांदीपासून मोठी फांदी होते. ही वाढ कशी होते व ह्या वाढीस कोण उत्पादक आहे, हें मात्र सहसा कळणार नाहीं. वाढत्या कोंवांत संवर्धक पदर असून त्यांच्या पेशींत द्विधा होण्याची शक्ति मोठी जबर असते. त्यामुळें नेहमीं नवीन पेशी होत जातात. नवीन झालेल्या पेशी पहिल्याप्रमाणें मोठ्या होतात. त्यांत पेशीद्रव्यें, सजीव-कण वगैरे जमत जाऊन पुनः त्यापासून नवीन पेशी उत्पन्न होतात. त्या पेशीस पुढें कायमचें स्वरूप प्राप्त होतें. कोंबाच्या अग्राजवळच्या पेशी वाटोळ्या असतात. खालील बाजूच्या पेशी लंब व दीर्घ होतात. प्रथम पेशी-मध्यें पाणी जमून जेव्हां चोहोंबाजूस ती तणाणते, त्यावेळेस पेशीस पूर्वीपेक्षां मोठा आकार येतो. हा अकार कायम टिकणारा नसतो. कारण पेशींतील पाणी दुसरे पेशींत जाऊन ती पूर्ववत् संकुचित होते. तणाणलेल्या स्थितींत जीवनकणभित्तिकेच्या बाजूकडे सारखे असतात. जीवनकणापासून नवीन पदार्थ भित्तिकेवर जमून भित्तिका पूर्वीपेक्षां जाड व मोठी होते. पेशीमध्य-भागांत जडस्थानें (Vacuoles) असल्यामुळें नवीन पाणी त्या ठिकाणीं जमून पेशी पूर्वीपेक्षां जास्त तणाणते. ह्यावेळेस पूर्वीपेक्षां ती पेशी जास्त व टणक झाल्यामुळें फाटण्याची भीति नसते. ही तणालेली स्थिति बहुतेक कायम राहते. कारण आंत जमलेल्या जीवनकणांपासून पेशीघटकद्रव्यें तयार होऊन ती भित्तिकेवर जमत गेल्यामुळें पेशीची वाढ कायम होते. तसेच नवीन सजीवशरीरें जेव्हां पेशींत उत्पन्न होऊन पेशी मोठी होते त्यावेळेस पेशीची खरो-

खर वाढ झाली असें म्हणतां येईल. नुसता मोठा आकार होणें म्हणजे वाढ नव्हे; तसेंच पाण्यानें चोंहोबाजूनें तणाणणें म्हणजे वाढ नव्हे. तर त्यांत नवीन सजीव पदार्थ तयार होऊन कायमचा मोठा आकार होणें हें खऱ्या वाढीचें लक्षण आहे.

वाढ म्हणजे नव्या जीवन कणाची उत्पत्ति होऊन त्यापासून वनस्पतिघटनात्मक कार्य बनत असतें. त्याचा परिणाम शरीराचा आकार वाढून त्याचें वजनही अधिक होतें. वाढीस चार पांच गोष्टींची अवश्य जरूरी असते.

ह्या गोष्टी योग्य प्रमाणांत मिळत गेल्या म्हणजे वाढीचें काम सुरळीतपणें चालतें. जेथें वाढ होण्याची असते त्याठिकाणीं पोषक द्रव्याचा भरपूर सांठा पाहिजे. ह्या सांठ्यापासून पेशी–घटक–द्रव्यें तसेंच जीवनकण घटकावयव उत्पन्न होतात. नेहमीं वाढत्या कोंबांत पुष्कळ पोषक द्रव्यें खर्च होतात. ह्याचें कारण असें आहे कीं, तेथें नवीन पेशी उत्पन्न होऊन पूर्वींच्या पेशीस कायमस्वरूप प्राप्त होतें.

पोषक अन्नाप्रमाणें पाण्याची ही जरूरी असते. पोषक अन्न द्रवस्थितींत जात असते. ह्याकरितां पाणी अवश्य पाहिजे. तसेंच पेशी तणाणण्यास पाण्याची जरूरी असते. अधिक पाणी पेशींत न शिरेल तर पेशी तणाणणें बंद होईल. तणाणण्याची कायम स्थिति राखण्यास पाण्याचा भरपूर पुरवठा पाहिजे. म्हणून जितकें पोषक अन्न महत्त्वाचें असतें, तितकेंच पाणी महत्त्वाचें आहे, ह्यांत संशय नाहीं.

तिसरी अवश्य स्थिती म्हणजे एक प्रकारची विशिष्ट उष्णता होय. उष्णतेशिवाय वाढ होणार नाहीं. ऑस्मॉसिस् क्रिया किंवा बाष्पीभवन ह्यास उष्णतेची जरूरी असून ह्या क्रियेशिवाय निरींद्रिय द्रव्यें व पाणी वर चढणार नाहींत. तेव्हां पाणी व सेंद्रिय अन्न वगैरे जीं वाढीचीं साधनें तीं तयार होण्यास उष्णतेची जरूरी असते. ह्या साधनांशिवाय वाढ होणार नाहीं. तसेंच उष्णतेमुळेंच द्रवात्मक सेंद्रिय पदार्थावर कांहीं विशिष्ट कार्य घडून जीवनकणाची घटना होते. जीवन–पदार्थ–घटना म्हणजे खुल्या उष्णतेची मोट एकेजागीं बांधून गुप्त स्वरूपांत ठेवणें होय. ह्या दृष्टीनें वाढ म्हणजे खुली उष्णता नाहींशी करून एकत्र व्यवस्थित स्वरूपांत ठेवणें असें होतें. जीवनकण–घटना झाल्यावर

पेशी तणाणली असतां नवीन कण भित्तिकेवर जमून किंवा भित्तिकेच्या रंध्रांत बसून तीं जाड व रुंद होत जाते, म्हणजे पेशींची वाढ होते.

चवथी महत्त्वाची गोष्ट म्हणजे मोकळी हवा अथवा हवेंतील शुद्ध ऑक्सिजन वायू वाढत्या कोंबास मिळणें जरूर असतें. ऑक्सिजन वायूचा परिणाम पोषक सेंद्रिय पदार्थांवर होऊन त्यापासून उत्तेजितशक्ति पेशी-घटनात्मक कार्यास मिळते. ह्याच वायूमुळें पेशी-घटक-द्रव्यें जीवनकण-घटकावयवांतून तयार होतात. ह्या दृष्टीनें ऑक्सिजन वायूचीं वनस्पति किंवा प्राणी, ह्या दोन्हींच्या जीवन-क्रमांत अत्यंत जरूरी असते. हा वायु म्हणजे प्राणवायु होय.

ह्या चारही गोष्टींची अनुकूल स्थिति असली म्हणजे अधिक जीवनकण तयार होऊन अधिक पेशी उत्पन्न होतात. मुळांची, खोडांची अथवा पानांची वाढ ह्याच रीतीनें होते. जीवनकण अधिक होऊन पेशी द्विधा होतात व पुढें त्यास दीर्घ कायम स्वरूप मिळून मुख्य अवयव वाढतो. मुळाची वाढ खोडापेक्षां साधी असते. खोडाची वाढ म्हणजे त्याच्या वाढत्या कोंबाची तसेंच अंतर कांड्याची वाढ असते. मुळें किंवा खोड जाड व रुंद होणें त्याच्या अंतरसंवर्धक पदरावर अवलंबून असते. संवर्धक पदराची जशी कमी अधिक तीव्रता त्याप्रमाणें कमी अधिक वाढ होत जाते. पानाची वाढ नेहमीं अग्राकडे तसेंच बाजूकडे सारखी असते, असें नाहीं. पुष्कळ वेळां बाजूकडील वाढ प्रथम होऊन नंतर अग्रांकडील बाजू वाढूं लागते. फर्न वनस्पतीचे पान अग्रांकडे गुंडाळलेलें असतें. प्रथम बाजू वाढून नंतर अग्र वाढतें. ह्याचें कारण पानाच्या कोंवळ्या स्थितींत पेशीचें तणाणणें व त्यामुळें होणारी वाढ ही दोन्ही पोटांकडील बाजूपेक्षां पाठीकडील बाजूंत जास्त आढळतात, नाहीं तर दोन्ही बाजूकडील वाढ सारखी झाली असती, म्हणून अग्र दीर्घ होऊन गुंडाळतें.

कोंवळ्या स्थितींत वाढीवर फारच लवकर परिस्थितींचा परिणाम होतो, व परिस्थितीप्रमाणें उत्तेजन व प्रत्युत्तर दिलें जातें. वाढत्या प्रदेशांत पेशीच्या निरनिराळ्या तणाणण्याप्रमाणें पेशीच्या वाढीवर फरक होतो. तणाणण्याचा जोर उभा व आडवा असतो. तसेंच वाढ सुद्धां उभी व आडवी असते. परिस्थिती भिन्न असल्यामुळें वनस्पतींच्या अंतर् अथवा बाह्य रचनेंत सुद्धां फरक होतो. पाणवनस्पति व जमिनीवरील वनस्पति ह्यांत पुष्कळ फरक असतो.

कांहीं पाणवनस्पति पाण्यांत बुडाल्या असतात व कांहीं अर्ध्या बुडाल्या असून वरचे बाजूस पानें येतात. पाण्यांत बुडालेल्या वनस्पतींचीं मुळें कधीं वाहतीं व लोंबतीं असतात. अथवा कधीं चिखलांत बुडालीं असतात. खोड बहुतकरून नाजूक व लांब असतें. खोडामध्यें लांकडी तत्त्व वाढलें नसतें. वाहिनीमय ग्रंथी (*Vascular bundles*) कमी असतात. बुडालेल्या पानांवर बाह्यत्वचा फार पातळ असते, व त्वचारंध्रें असत नाहींत. पाणी जर धावतें असलें तर, पानें फाटकी असतात. फाटक्या भागांतून पाणी वाहण्यास सुलभ पडतें. ज्यांचीं पानें पाण्यावर आलीं असतात, त्यास लांब व पोंकळ देंठ असतो. जर पाणी खालीं उतरत गेलें तर बुडांकडे देंठांची गुंडाळी होत जाते व पाणी पुनः जास्त चढत चाललें तर ती गुंडाळी सुटून पानें पाण्याबरोबर वर येतात. असल्या पानाच्या उपरी पृष्ठभागांवर त्वचारंध्रें असतात. पानांवर मेणाचें सारवण असल्यासारखें असतें. त्यामुळें पाणी वर पडलें असतां मोत्याप्रमाणें चमकत राहतें.

ही पाण-वनस्पतीची स्थिति त्यांना योग्य असतें. त्यांचीं जीवनकार्यें ह्या रचनेमुळें न बिघडतां उलट त्या कार्यांना साजेशी ती रचना असते. मुळ्यांची रचना अथवा वाढ चांगली होत नाहीं. शोषक अवयवांची जरूरी असत नाहीं. त्यामुळें केंस वगैरे मुळ्यावर पाण-वनस्पतीमध्यें येत नाहींत. निरिंद्रिय द्रव्यें सभोंवतालच्या पाण्यांतून केवळ मुळ्यांतूनच नव्हे तर पाण्यांत बुडालेल्या सर्व भागांतून शोषिली जातात. बाष्पीभवनप्रवाह येथें सुरू असण्याची जरूरी नसते, म्हणून बाष्पीभवनसंबंधी रचना पूर्णावस्थेस पोंहोचलेली नसते. पाण-वनस्पतीमध्यें पेशीमध्यपोकळ्या मोठमोठ्या असून त्यांत हवा पूर्ण भरली असते. ह्यामुळें वनस्पतीचें शरीर हलकें होऊन तरंगण्यास योग्य होतें. हवेनें भरलेल्या पेशीमध्यपोकळ्या असल्या वनस्पतीमध्यें हवेचे साठेच असतात. ह्या हवेचा उपयोग अंतरजीवन पदार्थासही होत असतो. पाण्यांतूनच ऑक्सिजन वायू शोषिला जातो.

जमिनीवर उगवणाऱ्या वनस्पतीस जर पाण्याचा भरपूर साठा मिळाला तर त्यांचीं पानें चांगलीं पूर्ण वाढतात. उलट पाण्याचा थोडासाच पुरवठा असला तर त्या मानानें पानांचा आकार कमी होतो. वालुकामय प्रदेशांत जमिनींत पाणी कमी असल्यामुळें वनस्पतीचीं पानें मुळींच वाढत नाहींत. आल्यास

फारच लहान असतात. अशा वेळीं कंटकपर्णें (Spines) येऊं लागतात कीं, ज्याचे योगानें बाष्पीभवन कमी होऊन जीवनकार्य चालूं राहतें.

हवेचे निरनिराळे फरक व जमीनिची मगदूर ह्यांचा परिणाम वनस्पति-वर्धनांवर होत असतो. अतिथंडी किंवा उष्णता असली तर त्यापासून संरक्षण करणारीं अंगें वनस्पतीस प्राप्त होतात. त्यांची रचना त्या परिस्थितीस योग्य अशी बनते. जमिनींत अन्नसामुग्री असेल तर वनस्पति चांगली पोसते. तसेंच वनस्पतीस जेव्हां कीटकादि शत्रूपासून पुष्कळ त्रास होतो, तेव्हां त्यांचें निवारण करण्याकरितां वेळोवेळीं त्यास निरनिराळी व्यवस्था करावी लागते. कधीं कधीं विषारी केंस शरीरांवर येतात. कीटक त्रास देऊं लागले तर, ते केंस किड्यास बोचतात. बोचल्यावर केंसांतून विषारी रस किड्याचे शरीरांत शिरतो. त्यामुळें त्यास वेदना होऊन त्यापासून पुनः त्रास होण्याची भीति नसते. अशाच प्रकारें कांटें उपयोगीं पडतात. अतिथंडीपासून संरक्षण व्हावें म्हणून पानावर मखमली सारखें केंस येतात. एकंदरींत वनस्पती आपल्या परिस्थिति प्रमाणें आपली व्यवस्था करिते. परिस्थिति प्रतिकूल असली तर, तीस अनुकूल करण्याची तजवीज करून जीवनक्रम आक्रमूं लागते. प्रसंगा-प्रमाणें ‘पाठ देऊन वेळ काढणें’ हें तत्त्व वनस्पति–आयुष्य–चरित्रांतही दिसतें. एकच वनस्पति निरनिराळ्या परिस्थितींत राहिली तर परिस्थितीप्रमाणें तिजमध्यें स्थित्यंतर होत असतें.

प्रकरण १६ वें.

उत्तेजन व ज्ञानतंतुमीमांसा.

परिस्थितीच्या फरकामुळें जीवनकणांत फरक होऊन वनस्पतीच्या बाह्य-रूपांत, रचनेंत, तसेंच जीवनक्रमांत बदल दिसूं लागतो. पुष्कळवेळां अन्नरस तयार होत असतांना कांहीं अंतर्‌बिघाड झाला असतां त्याचा परिणाम तत्काल सजीव–तत्त्वावर होतो. त्याचप्रमाणें वनस्पतीस इजा झाली असतां ती भरून काढण्याकरितां पुष्कळ शक्ति खर्च होते, व त्यामुळें जीवनचरित्रांत

कमी अधिक तफावत दिसते. फाजील अन्नग्रहण अथवा उपोषण वनस्पतीस होऊं लागलें असतां, त्याचा परिणाम केवळ बाह्य रूपांवरच न दिसतां अंतर्व्यवस्था व तेथील कार्यें ह्यांवरही होत असतो. शुद्ध ऑक्सिजन वायु कमी मिळूं लागला असतां सेंद्रियपदार्थोद्भुत शक्तीचा जोर कमी होऊं लागतो. ह्या संबंधीं अंतर्फेरबदल व तदनुषंगिक कार्यें पूर्वीं वेळोवेळीं सांगण्यांत आलीं आहेत. अमूक एक विशिष्ट उष्णता वनस्पतीस हवी असते. त्यापेक्षां अधिक अगर कमी मिळाली असतां वनस्पतीची वाढ कमी अधिक होते. कडक उष्णता अथवा उष्णतेचा अभाव झाला असतां वनस्पतीची वाढ खुंटून जाते, व पुढें तीच स्थिति राहिली तर वनस्पती मरून जाते. विशिष्ट उष्ण हवेंत अथवा सूर्यप्रकाशांत वनस्पती जोमानें उगवते. खरोखर ह्या विशिष्ट उष्णतेचे योगानें वनस्पति वाढीस एक प्रकारचें उत्तेजन मिळतें. असें उत्तेजन बाह्य स्थितीप्रमाणें वनस्पतीस नेहमीं मिळत असतें, व त्या उत्तेजनानुसार वनस्पतीकडून प्रत्युत्तरही देण्यांत येतें. जी गोष्ट उष्णतेसंबंधी खरी, तीच गोष्ट हवेच्या फरकाविषयीं असते. ह्मणजे विशिष्ट हवेंत जिवनकणास विशिष्ट उत्तेजन मिळून त्याचें प्रत्युत्तर वनस्पतीच्या आरोग्यावर होत असतें.

जीवनपदार्थाचा ठराविक उद्देश असल्यामुळें उत्तेजनांतील दोष नाहींसे करून सजीव–तत्त्व–परिस्थितीप्रमाणें उत्तेजित जीवनक्रिया चालविते. आपला एखादा अवयव आंखडून अथवा लांब करून बाह्य उतेजन व्यक्त न करितां निराळ्या रीतीनें हळू हळू त्याचें दिक्‌दर्शन वनस्पति करित असते. आतां लाजाळू अथवा डायोनिया वगैरे वनस्पती अशा नियमास अपवाद आहेत. कारण लाजाळूस स्पर्श केला असतां पानें गळून एकमेकांवर पडतात. तसेंच डायोनिया मांसाहारि असल्यामुळें भक्ष्याचा स्पर्श झाला कीं, पानें उत्तेजित होऊन भक्ष्यास सुटून जाऊं देत नाहींत. अशा ठिकाणीं स्पर्श–बाह्य–उत्तेजन होय. खरोखर वनस्पतीची परिस्थिति वेळोवेळीं भिन्न भिन्न होत असते. जमिनीमध्यें मुळ्या पसरलेल्या असून हवेमध्यें फांद्या व पानें असतात. जमिनींतील परिस्थिति उष्णतेसंबंधी फारशी बदलत नसून पाण्याचें प्रमाण भिन्न भिन्न थरावर भिन्न भिन्न असतें. हवेमध्यें मात्र उष्णता सारखी बदलते. तसेंच वनस्पतीच्या कांहीं भागाची परिस्थिति ज्यास्त बदलत असते व कांहीं साधारणपणें थोडा वेळ कायम असते. अशा परिस्थितींत वनस्पतीस मिळणारें उत्तेजन

भिन्न भिन्न असतें. एकाच जागीं दोन वनस्पति जरी असल्या, तरी दोहींस निरनिराळें उत्तेजन मिळेल. इतकेंच नव्हे तर एकाच वनस्पतीच्या निरनिराळ्या भागास ज्याच्या त्याच्या परिस्थितीप्रमाणें वेगळें उत्तेजन मिळतें. तसेंच हवेमध्यें वाढणाऱ्या खोडादि भागांस दिवसा व रात्रीं वेगळें उत्तेजन मिळून, त्याप्रमाणें प्रत्युत्तरही वेगळें असतें.

पावट्याच्या जातींतील पुष्कळ झाडावर बाह्यउत्तेजनाचा परिणाम चांगला पाहण्यास आढळतो. सूर्यप्रकाशांतूनही झाडें अंधेरांत नेऊन ठेविलीं असतां पानें लागलींच गळतात, व पुनः सूर्यप्रकाशांत अंधारांतून आणिलीं असतां पूर्वीप्रमाणें सतेज दिसूं लागतात. अंधारांत येणारी ग्लानि सूर्यप्रकाशांत नाहींशी होते. प्रकाश व अंधकार ह्यांचा परिणाम वनस्पतीवर उत्तेजनात्मक होत असतो, व ह्याचे मोठमोठे चमत्कार पाहण्यांत येतात. वरचेवर प्रकाशांतून अंधारांत अथवा उलट अंधारांतून प्रकाशांत वनस्पति आणिली असतां, कांहीं चमत्कार दिसून पुढें तेच कमी कमी होत जातात. पुष्कळ वेळां वनस्पति रात्रीं आपलीं पानें एकमेकांवर रचून जणूं झोंपी गेली आहे असें वाटतें, व पुनः सकाळीं तीं पानें जागीं होऊन आपलें नित्यकर्म सुरू करितात. रात्रीं एकमेकांवर रचण्यानें त्यांचें संरक्षण होऊन विश्रांतीही मिळते. विशेषेंकरून संयुक्त पानांत असले चमत्कार नेहमीं दृष्टीस पडतात.

कोंवळ्या स्थितींत वनस्पतीच्या पानांमध्यें निरनिराळी *गति* दृष्टीस पडते. ह्याचें कारण पानें वाढत असतां दोन्ही बाजू सारख्या वाढत नाहींत. दोन्ही बाजूंच्या पेशींमध्यें निरनिराळे ताण असल्यामुळें हे चमत्कार घडतात. ज्या बाजूला अधिक ताण असतो, ती बाजू प्रथम वाढते; पण लवकरच दुसऱ्या बाजूकडील पेशी तणाणू लागतात व वाढ त्या बाजूकडे होऊं लागते. याप्रमाणें वाढीची दिशा एका बाजूकडून दुसऱ्या बाजूकडे वळत जाते. असले वाढीचे प्रकार पानाच्या देंठामध्येंही आढळतात. पानें जुनीं झालीं असतां, देंठाचे बुडीं जो सुजवटा येतो, तो फिरल्यामुळें पानास गति मिळते. ह्या सुजवट्यामधील पेशी समपरिमाणी असून दोन्ही बाजूंकडील पेशी एक झाल्यावर तणाणूं लागतात. त्यामुळें पान एकदां पडून पुनः उभें ताठतें. पानें वाढतांना जी गति दिसते, त्यापेक्षां अशा ठिकाणीं ही गति अधिक वेळ टिकते.

वनस्पतीमधील जीवनकणांच्या सतेजपणांवर व आरोग्यावर असले चमत्कार अवलंबून असतात. कारण उत्तेजन ग्रहण करणें किंवा प्रत्युत्तर देणें ह्यासंबंधीं शक्ति वरील गोष्टींवर अवलंबून असते. निरोगी व सशक्त जीवनकण उत्तेजनास प्रत्युत्तर नेहमीं देतात. निरोगी स्थितींत त्यांची शक्ति प्रत्युत्तर देण्यासारखी असते. जमिनींत पाणी नसल्यामुळें वनस्पतिपोषक पदार्थ पुरेसे मिळत नाहींत, अथवा फाजील थंडी असली तर त्यामुळें ते कण निर्जीव होऊन उत्तेजन व प्रत्युत्तरचमत्कार बंद होतात.

पानें जीं वळतात त्यांचा उद्देश कधीं कधीं नाजुक पृष्ठभागाचें संरक्षण करण्याविषयीं असतो. वळत राहिल्यानें सूर्यकिरणापासून फारसा त्रास पोंहचत नाहीं. विशेष लक्ष्यांत ठेविण्यासारखी गोष्ट ही आहे कीं, संयुक्त पानांत पत्रें एकमेकांवर पडून आपआपल्या नाजुक वरील पृष्ठभागाचें रक्षण करितात. कांहीं वनस्पतींमध्यें तर पानांची गुंडाळी होऊन पोटाकडील भाग पूर्ण झांकिला जातो.

कुंड्या खिडकींत ठेविल्या असतां त्यांतील रोपें बाजूकडील येणाऱ्या प्रकाशाकडे वळलेलीं असतात. त्याचप्रमाणें अंधाऱ्या कोठडींत बीजें उगविण्याची व्यवस्था करावी. कोठडींत एका दिशेकडून प्रकाश येईल अशी तजवीज असावी. बीजापासून उगवतीं रोपडीं प्रकाश येणाऱ्या दिशेकडे जणूं लांब माना करून वळलेलीं असतात. ह्यांचें कारण खोडावर किंवा वाढत्या कोंबावर सूर्यप्रकाशाच्या उत्तेजक आकर्षणशक्तीचा परिणाम होतो. प्रकाशाकडे वाढतीं अग्रें वळणें म्हणजे प्रकाशाचे उत्तेजनास प्रत्युत्तर देणें होय. खोडावर प्रकाशाचा जो परिणाम दिसतो. त्याचे उलट परिणाम मुळ्यांवर होत असतो. ह्यामुळें मुळ्या प्रकाशाकडे न वळतां उलटपक्षीं जमिनींत शिरून सूर्यप्रकाश टाळतात. म्हणजे प्रकाशाचें सर्व अवयवांवर सारखें उत्तेजन असतें असें नाहीं, शिवाय प्रत्युत्तरही वेगळें असतें.

बिग्नोनियांचीं सूत्रें (Tendrils) याचप्रमाणें सूर्य प्रकाश टाळून अंधाराकडे वळतात, त्यामुळें तीं भिंतींत शिरून बिग्नोनियाचे वेलास आधार मिळतो. प्रकाशापासून पानासही एक प्रकारचें उत्तेजन मिळतें कीं, ज्या योगानें पानांतील हरिद्वर्ण सेंद्रिय पदार्थ बनविण्याचें काम व्यवस्थितपणें करितो. तसेंच सूर्यकिरणें सारखीं न पडूं देतां जरूर तेवढा प्रकाश घेण्याची व्यवस्था पानें मागें पुढें वळून करून घेतात. प्रकाश सारखा पुष्कळ असेल तर तत्संबंधी चमत्कार

पुष्कळ वेळ चालूं राहतात. मंद प्रकाशांत नागमोडीप्रमाणें गती खोडाच्या वाढत्या अग्रास मिळत असते. एकपेशी वनस्पतीमध्यें सुद्धां उत्तेजनास प्रत्युत्तर मिळतें.

जसें प्रकाशाकडून वनस्पतीस उत्तेजन मिळत असतें, तसेंच गुरुत्वाकर्षण-शक्तीपासूनही उत्तेजन वनस्पतीस मिळतें. गुरुत्वाकर्षणशक्तीनें मुळया जमिनींत पृथ्वीमध्यबिंदूकडे ओढिल्या जातात. जर मुळ्यांवर गुरुत्वाकर्षणशक्तीचा परिणाम होतो, तर खोडावरही त्याचा परिणाम कां होऊं नये, असा प्रश्न उद्भवण्याचा संभव आहे. खोडावरसुद्धां गुरुत्वशक्तीचा परिणाम होतो, पण मुळ्यावर ज्या प्रकारचा तो होतो त्याच्या उलट खोडावर होतो, म्हणजे मुळ्यावर पृथ्वीमध्यबिंदूकडे आकर्षिलीं जातात, तर खोड त्यांचे उलट पृथ्वीमध्यबिंदूपासून दूर नेलें जातें. त्यायोगानें खोड सरळ जमिनीबाहेर वाढतें. तसेंच खोडावर फांद्या, पानें वगैरेचें जें एवढें मोठें ओझें असतें, त्याचें वजन सहन करण्याची शक्ति गुरुत्वशक्तीमुळें त्यास प्राप्त होते. नाहींतर एवढया मोठ्या ओझ्याखालीं पुष्कळसे वृक्ष वांकून जमिनीवर ओणवे पडले असते. पण उलट प्रकारच्या गुरुत्वाकर्षणशक्तीच्या प्रभावामुळें झाडें सरळ उभीं राहूं शकतात. तृणजातीमधील वनस्पति वाऱ्यानें अगर पावसानें जमिनीवर खालीं ओणवीं पडून पुनः कांहीं दिवसांनीं सरळ होतात. ह्याचें मुख्य कारण गुरुत्वशक्ति होय. जमिनीपासून झाड सरळ वाढण्यास गुरुत्वशक्तीच कारणीभूत असते.

प्रकाश अगर गुरुत्वाकर्षणशक्ति ह्यामुळें मिळणारें उत्तेजन सर्व वनस्पतींत सारखें असतें असें नाहीं. तसेंच एकाच वनस्पतींत सर्व स्थितींत तें उत्तेजन एकच असणें शक्य नसतें. त्यांत वारंवार फरक होत असतात.

दुसऱ्या पदार्थाचा वनस्पतीस स्पर्श झाला असतां वनस्पतीस उत्तेजन मिळतें. याचीं उदाहरणें लाजाळू वगैरे. वनस्पति जमिनींत उगवतांना मुळांचा संबंध कठीण दगडाशीं आला असतां मुळास एक प्रकारचें उत्तेजन मिळून मुळें आपली वाढण्याची दिशा बदलतात. कठीण जागा सोडून जिकडे मऊ जागा असेल, तिकडे मुळें वळतात. मुळाच्या अग्रास उत्तेजन मिळतें खरें व त्यायोगानें पाठीमागील बाजू कमान करून वळते. कधीं कधीं कोंवळ्या स्थितींत जर वाढत्या बिंदूस धक्का बसला असेल, तर मुळें उलट माघार न घेतां त्या कठीण जागेवर वाढण्याचा प्रयत्न करितात, पण तेथील वाढ बंद झाल्यामुळें दुसऱ्या बाजूच्या पेशी वाढून नवीन मुळ्या सुटतात. वेलाचें वर चढत जाणें हेंही

स्पर्शाच्या उत्तेजनामुळें होतें. वेल चढतांना प्रथम एका बाजूस स्पर्श होतो व त्यामुळें वनस्पतीस उत्तेजन मिळून दुसरे बाजूस त्याचें प्रत्युत्तर मिळतें. याप्रमाणें वळसे घालीत ते वर चढतात. विशेषेंकरून सूत्रें (Teudril) असल्या उत्तेजनास प्रत्युत्तर देतात. परंतु सूत्रावर पावसाचे थेंब पडले असतां किंवा त्यांचा परस्पर स्पर्श झाला असतां, उत्तेजनगीत दिसत नाहीं. वेल-सूत्रांचे साहाय्यानें वर चढतो, किंवा त्याचे अभावीं ते स्वतः वळसे घेत वर चढतात. खोडाचें वळसे घेत वर चढणें म्हणजे स्पर्शजन्य प्रत्युत्तर चमत्काराचें दिग्दर्शन होय. अमरवेल वळसे घेत वर चढतो, पण आपले शरीरांतून जागजागीं मुळ्या सोडून दुसऱ्या झाडाच्या शरीरांत घुसवितो. अमरवेलाच्या खोडाचा स्पर्श दुसरे खोडांशीं होऊन केवळ वळसे घेण्यांत उत्तेजित प्रतिक्रिया संपते असें नाहीं, तर त्याच्या खोडांतील पेशी जागृत होऊन मुळ्या उत्पन्न होतात. तेव्हां अशा ठिकाणीं मुळ्या निघणें हाही उत्तेजनास प्रत्युत्तर प्रकार होय.

जमिनींत मुळें उगवतांना पाण्याचा परिणाम मुळांवर होतो. जेथें पाणी असेल तिकडे मुळ्या नेहमीं वळतात. पाण्यामध्यें जणूं आकर्षणशक्ति असून ती मुळ्यांना ओढीत असते. अशा वेळेस मुळ्यांवर दोन शक्तींचा जोर असतो. एक गुरुत्वाकर्षणशक्ति व दुसरी पाण्याची शक्ति; प्रथम मुळें गुरुत्वाकर्षण शक्तीस मान देतात, पण जरा जमिनींत गेल्यावर तीं पाण्याचे जागीं वळूं लागतात. कोंवळ्या मुळांवर हा परिणाम लवकर होतो. आळंब्याचे तंतु पाणी शोधीत जातात. शिवाय त्यास हवेंतून पाणी शोषण्याची शक्तिही असते. त्या तंतूवरसुद्धां पाण्यामुळें उत्तेजित परिणाम होतो. खरोखर मुळाच्या अग्रास पाण्यापासून उत्तेजन मिळतें; पण, अग्र प्रत्युत्तर न देतां अग्रामागें असलेला वाढता बिंदु प्रत्युत्तरादाखल वळूं लागतो.

वनस्पतीच्या अंतररसाच्या घटकावयवांत फेरबदल झाला असतां जीवनकार्यांत फरक होतात, म्हणजे अंतररसांत फरक झाल्यामुळें जीवनकण उत्तेजित होऊन जीवनकार्यांत फरक करून प्रत्युत्तरक्रिया करितात. तद्वतच बाह्य रासायनिक फरक झाले असतां ते उत्तेजित होतात. उच्च वर्गाच्या वनस्पतीपेक्षां क्षुद्रवर्गीय वनस्पति अशा उत्तेजनात्मक प्रतिक्रिया जास्त दर्शवितात. एकपेशीमय वनस्पतीवर सुद्धां नेहमीं ऑक्सिजनवायूचा परिणाम होतो. ऑक्सिजनवायूकडे ह्या वनस्पति जणूं धांव घेतात. ऑक्सिजनवायूचें उत्तेजन पहा-

वयाचें असेल, तर एका कांचेच्या तुकड्यावर पाण्याचे थेंबांत एका बाजूस ह्या पेशीमय वनस्पति ठेवाव्यात, व दुसरे बाजूस त्याचप्रमाणें हिरवळ वनस्पति पाण्यांत ठेवाव्यात. हा काचेचा तुकडा सूर्य प्रकाशांत ठेविला असतां हिरवळ वनस्पति कार्बन संस्थापन करून ऑक्सिजनवायू हवेंत सोडूं लागतात. दुसरे बाजूस असणाऱ्या थेंबांतील एकपेशीमय वनस्पति आपली मूळ जागा सोडून ऑक्सिजन वायूकडे जाऊं लागतात. ऑक्सिजन वायूचा उत्तेजित परिणाम ह्यांवर होतांना चांगला स्पष्ट दिसतो. उंसाच्या साखरेपासून शैवालतंतूवर असाच उत्तेजित परिणाम होत असतो. फर्न किंवा सिलॅजिनेलॉस नांवाच्या क्षुद्र वनस्पतीपासून पाण्यांतून जीं पुंजातीतत्त्वें स्त्रीजातीतत्त्वाकडे आकर्षित होतात, त्याचें कारण स्त्रीतत्त्वामध्यें मॅलिक ॲसिड असतें. ह्या आमलाचा परिणाम पुंजातीतत्त्वावर नेहमीं होतो. पाण्यांतून हीं पुंतत्त्वें जातांना वाटेंत हें आम्ल एका नळींत धरिलें असतां तीं सर्व पुंतत्त्वें नळीकडे धांव घेऊन पुढें स्त्रीजातीतत्त्वांकडे जात नाहींत. असले चमत्कार वारंवार पाहण्यांत आल्याकारणानें एवढें सिद्ध ठरतें कीं; बाह्य रासायनिक वस्तूंचें जीवनकणांस उत्तेजन मिळून प्रत्युत्तर त्याजकडून चमत्काररूपानें मिळतें.

एकंदरींत बाजूचा सूर्यप्रकाश, गुरुत्वशक्ति, स्पर्श, पाण्याचें अस्तित्व, अथवा रासायनिक उत्तेजन ह्यांचा परिणाम वनस्पतीवर नेहमीं दृष्टोत्पत्तीस येतो. पेशींचा निरनिराळा ताण व त्यामुळें उत्पन्न होणारी गति हीं चमत्कारांचें निदर्शक होत.

ज्ञानतंतुः--वरील विवेचनावरून असें अनुमान काढितां येईल कीं, प्राणिवर्गाप्रमाणें वनस्पतिवर्गासही ज्ञान असतें व तें व्यक्त करणें म्हणजे उत्तेजनास जबाब देणे होय. प्राणिवर्गामध्यें ज्ञानतंतु व तत्संबंधी जी विशिष्ट व्यवस्था आढळते, ती वनस्पतिवर्गामध्यें सांपडणें कठीण आहे. तथापि वनस्पतीस थोडें-बहुत ज्ञान असतें व तें त्या निरनिराळ्या गोष्टींनीं व्यक्त करीत असतात. शिवाय सर्व प्राणिवर्गांमध्यें एकच प्रकारची ज्ञानव्यवस्था कोठें असते ? क्षुद्र प्राण्यापासून तों उच्च प्राण्यापर्यंत ज्ञानतंतूची पायरी हळू हळू अधिक जास्त होत असते. क्षुद्र प्राण्यांत ज्ञानतंतु असतात किंवा नाहीं यांची शंका वाटते; पण जसे जसे प्राणी अधिक उच्च वर्गीय असेल त्या मानानें अधिक ज्ञानतंतु व मेंदूची विशिष्ट रचना आढळते. ज्या प्राण्याची शरिररचना साधी असते, त्यामध्यें ज्ञानतंतुव्यव-

स्थाही साधी असते. तसेंच ज्या प्राण्यांचीं शरीररचना संकीर्ण असते त्यामध्यें ज्ञानव्यवस्थासुद्धां संकीर्ण आढळते. प्राण्यास कोणतेंही सूक्ष्म उत्तेजन जरी मिळालें तरी ज्ञानतंतूंकडून त्यांस तें सहज समजतें, व तें सहन करण्याची त्याची शक्ति असते; व त्यास जबाब देणें अथवा उत्तरादाखल निरनिराळ्या प्रतिक्रिया करणें, किंवा हावभाव करणें, वगैरे गोष्टी ज्ञानतंतुमुळेंच घडत असतात. ह्यांवर अम्मल करणारी शक्ति सजीवतत्वामध्यें असते, व तत्संबंधीं व्यवस्था तेंच करीत असतें. उच्च प्राण्यांत डोकें हें मज्जातंतूचें केंद्रस्थान आहे, त्यापासून खालीं सर्व शरीरभर मज्जातंतु खेळले असतात. सर्व तंतूचा एकमेकांशीं संबंध असल्यामुळें कोठेंही शरीरावर कांहीं झालें तरी त्याचें ज्ञान तावडतोब शरीरांस माहित होतें.

आतां वनस्पतिवर्गांत इतकी उच्च ज्ञानव्यवस्था असणें शक्य नाहीं. तथापि त्यामध्यें क्षुद्र प्राण्याप्रमाणें थोडी बहुत असते एवढें खरें. त्यांत संकीर्णता असूं शकणार नाहीं. उत्तेजनास प्रत्युत्तर वेळचे वेळेस जीवनकणांकडून मिळत असतें. वनस्पतीच्या वयमानाप्रमाणें जीवनकणांची उत्तेजित होण्याची अथवा प्रत्युत्तर देण्याची शक्ति कमी अधिक असते. उत्तेजनास कांहीं तरी वेडेंवाकडें प्रत्युत्तर मिळतें असें नाहीं, तर प्रत्युत्तरानें कांहीं विशिष्ट उद्देश साधिला जातो. तसेंच थोड्याशा उत्तेजनामुळें त्याचा परिणाम फार मोठा होऊन बराच वेळ तो राहतो; ही गोष्ट सुद्धां विसरतां कामा नये. म्हणून जोराचें उत्तेजन म्हणजे जोराची प्रतिक्रिया अथवा साधें उत्तेजन म्हणजे साधी प्रतिक्रिया, असें प्रमाण ठरवितां येत नाहीं. कृष्णकमळाच्या सूत्रांस सूक्ष्म जरी स्पर्श झाला, तथापि त्यापासून पुष्कळ वेळपर्यंत त्यास गति मिळते. ड्रासेरा अगर डायोनिया नांवाच्या मांसाहारी वनस्पतीमध्यें पानास सूक्ष्म जरी स्पर्श झाला तरी त्याचें ज्ञान त्यास तावडतोब होऊन आपल्या भक्ष्यास पकडून ठेवण्याची तीं पानें व्यवस्था करितात. तसेंच खरें भक्ष्य आहे किंवा कसें, ह्याचेंही ज्ञान त्यांस होत असतें. फॅलरिज् Phalaris नांवाचीं रोपडीं सूक्ष्म प्रकाशाकडे सुद्धां वळतात. असल्या सूक्ष्म प्रकाशाचें ज्ञान प्राणीवर्गांतील श्रेष्ठ मनुष्याच्या डोळ्यांसही असणें शक्य नसतें. पण त्यास दुरूनच त्याची छाया ओळखतां येते, म्हणजे प्राणीवर्गांत असणारी ज्ञानतंतुव्यवस्था येथेंही असते, असें कबूल करणें या वरील गोष्टीमुळें भाग आहे.

ज्ञानतंतूंची व्यवस्था वनस्पतिवर्गांत कमी दर्जाची असते. तसेंच ज्ञानतंतू अमूक एका ठिकाणीं सांठविले आहेत असें नाहीं. वख्यानें अथवा चाकूनें कापून परिछेद्रांत ज्ञानतंतूची विशिष्ट जागा पाहण्यास मिळेल अशी स्थिति नसते. जीवनकणास ज्ञान असून तें वेळोवेळीं व्यक्त होतें. प्राणिवर्गाप्रमाणें जसे डोक्यांत अथवा इतर जागीं त्यांचे लहान लहान ज्ञानपिंड आढळतात, त्याप्रमाणें वनस्पतिवर्गांत आढळणें शक्य नाहीं. तसेंच एकाच अवयवांवर पुष्कळ उत्तेजनें एकाचवेळीं जरी मिळालीं, तथापि त्या सर्वांस निरनिराळें प्रत्युत्तर तें अवयव देतें. मुळाचे अग्रास एकाचवेळीं, जमिनीचा स्पर्श, गुरुत्वशक्ति तसेंच जमिनींतील पाण्याचें वेगवेगळें प्रमाण, हीं तीन उत्तेजनें मिळत असून ह्या तिन्ही उत्तेजनांस वेगवेगळ्या प्रतिक्रिया तें करीत असतें. आतां मुळाच्या अग्रांत ह्या तिन्हीस उत्तर देणारी शक्ति कोठें सांठविली आहे, हें पाहिलें असतां कांहींच कळणार नाहीं. अग्राजवळील वाढत्या बिंदूंतील जीवनकणच ह्या सर्वांस प्रत्युत्तरें देतात. जीवनकणांत अशा प्रकारची उत्तेजनास प्रत्युत्तर देण्याची शक्ती असते. जीवनकणांस संकुचित अथवा दीर्घ होण्याची शक्ती असते, त्यामुळें शरीरांतील पाण्याचा प्रवाह थांबविणें अथवा सारखा सुरू राखणें त्यांस करितां येतें. वनस्पतीचें मुख्य कर्तव्य म्हणजे शरीरांतील पाण्याच्या प्रवाहाची सूयंत्रित व्यवस्था करणें होय. कारण त्यावरच जीवनकणांचें आस्तित्व अवलंबून असतें.

मज्जातंतू व त्याचे विशिष्ट पिंड Ganglia ह्यांकडून बाह्य उत्तेजनाचें ज्ञान प्राण्यास होत असतें. सर्व मज्जातंतूचा एकमेकांशीं परस्पर संबंध असल्यामुळें उत्तेजित ज्ञान सर्व शरीरास कळतें, अथवा त्याचें केंद्रस्थान जें डोकें तेथें पोहोंचून त्याचें प्रत्युत्तर तेथूनच देण्यांत येतें. वनस्पति—शरीरांतील सजीव पेशींचा संबंध जीवकणांच्या सूक्ष्म-तंतूंनीं जोडिला असतो. पेशीमित्तिका रंध्रमय असून त्यांतूनच जीवतंतू परस्पर जोडिले असतात. जसें, प्राण्यामध्यें एका ठिकाणचें ज्ञान दुसऱ्या ठिकाणीं केवळ ज्ञानतंतूंकडून जागजागीं पोहोंचविलें जातें, तद्वतूच वनस्पतीमध्यें जीवतंतूंकडून एका पेशींतून दुसऱ्या पेशींत ज्ञान अथवा उत्तेजन पाठविलें जातें. ही व्यवस्था खरोखर उच्चवर्गीय मज्जातंतूच्या व्यवस्थेसारखी असते, ह्यांत संशय नाहीं,

मज्जातंतूचीं कार्यें जशीं प्राण्यामध्यें विशिष्ट प्रकारचीं असतात, तशीं कार्यें वनस्पतिवर्गांत आहेत काय, हें अजूनी कांहीं ठरलें नाहीं. तसेंच पेशींतून जीव-

तंतूंची सांखळी जशी सर्व शरीरभर असते, तथापि त्यापासून विशिष्ट उत्तेजनात्मक ज्ञानाशिवाय इतर ज्ञान वनस्पतींस होत नसतें. मज्जातंतूकडून पुष्कळ काम करून घेतलें असतां तो जसा, थकून कामाला निरुपयोगी होतो; तद्वत्च जीवनकण कांहीं वेळ उत्तेजनास प्रत्युत्तर देतात, पण पुढें त्याकडून प्रत्युत्तर येत नाहीं. कांहीं वेळ विश्रांती मिळाली असतां पुनः तें ताजेतवाने होऊन पूर्वीप्रमाणें उत्तेजनास प्रत्युत्तर देण्यास योग्य होतात.

इतक्या गोष्टी असूनही वनस्पतीमध्यें जागृति आहे किंवा नाहीं, ह्याची शंका आहे. जागृति असल्याबद्दलचा पुरावा अजून आढळला नाहीं. उत्तेजन किंवा प्रत्युत्तर हीं सर्व एकांगीं दिसतात. नको किंवा होय म्हणणारी जागृतीसत्ता कोठेंही आढळांत येत नाहीं. जीवनकणांच्या नेहमींच्या क्रिया निरनिराळ्या असून त्यांत साधेपणा आढळतो. जीवनकणांस उपजत बुद्धि नसावी असें वाटतें. जी गोष्ट नको असते, तिचा प्रतिकार जीवनकणांस प्रथमपासून करितां येत नाहीं. मागाहून जरूर नसणाऱ्या वस्तूंचें अन्य तऱ्हेनें विसर्जन करितां येतें.

प्रकरण १७.

जननेंद्रियें-फुलें.

मागील प्रकरणीं पोषक अन्न मिळविणारीं अवयवें व तत्संबंधीं विचार करण्यांत आला. अवयवांची बाह्य-रचना व अंतर्-रचना तसेंच प्रत्येकाचीं विशिष्ट कामें, कामास जरूर लागणाऱ्या विशिष्ट गोष्टी, वगैरेचें वर्णन करण्यांत आलें. आतां जननेंद्रियें, जननेंद्रियाचे प्रकार, निरनिराळीं फुलें, फुलांतील प्रमुख वर्तुळें, पुष्पाधार, फुलांची मांडणी, स्त्रीकेसर व पुंकेसर फुलें, इत्यादिकांचें वर्णन जननेंद्रियाखालीं येतें. तसेंच अण्डाशय (Ovary), गर्भ (Embryo) परागपिटिका (Anther), पराग (Pollen), त्यांचें संमेलन व गर्भधारणा (Fertilisation), शिवाय फळें, बीजें व बीजोत्पादन वगैरे गोष्टींचा उल्लेख फुलांमध्यें अथवा जननेंद्रियामध्यें होऊं शकतो.

फुलें हीं वनस्पतीच्या सर्व अवयवामध्यें फार महत्त्वाचीं आहेत. कारण तीं जननेंद्रियें असून त्यापासून पुढील वनस्पति अथवा बीज तयार होतें. फूल ही संज्ञा जननेंद्रियास लावितात. उच्च वर्गातील फुलें विशिष्ट आकाराचीं असून त्यांची रचना क्षुद्र वर्गातील फुलांपेक्षां अगदीं वेगळीं असते. जी कल्पना उच्च वर्गातील फुलासंबंधीं करितां येईल, ती कल्पना सर्व प्रकारें क्षुद्र-वर्गात लागू पडत नाहीं. क्षुद्र-वर्गातील जननेंद्रियें अस्पष्ट असून निरनिराळ्या प्रकारचीं असतात. उच्च-वर्गातील फुलें रंगीत तसेंच सुवासिक असतात. त्या फुलांत कांहीं विशिष्ट वर्तुळें असून, प्रत्येक वर्तुळाचे भाग स्पष्ट असतात. प्रत्येकाचा आकारही वेगळा असतो. फुलांस देंठ असून फुलांची मांडणी विशिष्ट फांदीवर आढळते. क्षुद्र वर्गात फुलें पूर्णावस्थेंस पोहोंचलीं नसतात. उच्च-वर्गाप्रमाणें गर्भ-संस्थापना झाल्यावर बीजोत्पादन होत नसते. क्षुद्र-वर्गात विशिष्ट भागांवर जनन-पेशी (Spore) उत्पन्न होऊन त्यापासून वंशवर्धन होतें. स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोग क्षुद्र-वर्गातही आढळतें. त्यापासून उच्च-वर्गात आढळणारें बीज तयार न होतां निराळ्या तऱ्हेचें बीज उत्पन्न होतें. खरोखर स्त्रीपुरुष-संयोग होऊन उच्च-वर्गात तसेंच क्षुद्र-वर्गात जें बीज उत्पन्न होतें, त्यामध्यें तात्त्विकदृष्ट्या फरक नसतो. असो, तूर्त उच्च-वर्गीय फुलांचें वर्णन करून जागजागीं क्षुद्र वर्गासंबंधानें उल्लेख करण्याचा विचार आहे.

कोणतेंही फूल बारकाईनें तपासून पाहिलें असतां आपणांस त्यामध्यें चार वर्तुळें साधारणपणें आढळतात. पानाप्रमाणें फुलांसही देंठ असतो. कांहीं फुलांत देंठ नसतो. फुलांची पहिली दोन बाह्य वर्तुळें साधारणपणें पानासारखींच असतात. पानांच्या शिरा, आकार, कडा, अग्रें वगैरे गोष्टींत तीं पानाशीं साम्य पावतात. फुलांमध्यें निरनिराळे रंग आढळतात, इतके रंग पानांत सार्वत्रिक आढळत नाहींत. फुलांतील पहिल्या वर्तुळांत पानासारखा हिरवा रंग असतो. कधीं कधीं दुसऱ्या वर्तुळामध्येंही पहिल्याप्रमाणें हिरवा रंग आढळतो. जसें, हिरवा चाफा, सिताफळ, रामफळ, वगैरे. अशा वेळीं पहिल्या दोन्हीं वर्तुळांत एकच रंग असल्यामुळें दोन्ही वर्तुळें एकाच प्रकारचीं दिसतात. हीं बाह्य वर्तुळें आंतील नाजुक वर्तुळांचें संरक्षण करीत असतात. पहिल्या वर्तुळांस नेहमीं आढळणाऱ्या हिरव्या रंगावरून हरितदलवर्तुल (Calyx) अथवा पुष्पकोश असें नांव पडलें आहे. दुसऱ्या वर्तुळास पीतदल वर्तुळ अथवा पुष्पमुकुट (Co-

rolla) असें म्हणतात. पहिल्या वर्तुळांत साधारणपणें तीन, चार व पांच भाग असतात. प्रत्येक दलास हरितदल अथवा सांखळी (Sepal) अशी संज्ञा आहे. दुसऱ्या वर्तुळांतील भागास पीतदल अथवा पांकळी असें म्हणतात. तिसरें व चवथें वर्तुळ पुरुष व स्त्री–व्यंजक आहे. म्हणजे तिसरें वर्तुळ पुंकेसर–कोश (Androcium) व चवथें स्त्रीकेसर–कोश (Gynoecium) अशी निरनिराळीं नांवें त्याच्या गुणधर्माप्रमाणें दिलीं आहेत. पुंकेसर–कोशांत निरनिराळे सुटे केसर असून त्यावर परागपिटिका असते. केसर म्हणजे पिटिकेचा दंड होय. पिटिकेस दोन किंवा चार कप्पे असून प्रत्येक कप्प्यांत परागकण असतात. प्रत्येक परागकणांत पुंस्तत्त्व असून त्यायोगानें गर्भधारणक्रिया साधिली जाते. स्त्रीकेसर कोशाचेही मुख्य तीन भाग असतात–१ अण्डाशय (Ovary) २ परागवाहिनी (Style) व त्यांवरील स्त्रीकेसराग्र (Stigma) स्त्रीकेसरदल (Carpel) अण्डाशयास आच्छादन करणारा पडदा होय. अण्डाशयामध्यें बीजाण्डें (Ovules) असतात. ह्याच कणापासून गर्भ–संस्थापना झाल्यावर बीज तयार होतें. बीजाण्डांत पराग कणाप्रमाणें स्त्रीतत्त्व असून हें पराग–कणांतील पुरुषतत्त्वाशीं संयोग पावून गर्भीकृत होतें, व त्याचा परिणाम म्हणजे बीजोत्पादन होय. स्त्रीकेसरदला (Carpel) च्या विशिष्ट भागास बीजाण्डें (Ovules) चिकटलेलीं असतात. त्या भागास नाळ (Placenta) म्हणतात. वाटाण्याची शेंग सोलून पाहिली असतां ज्या पांढऱ्या भागास दाणे चिकटलेले असतात त्यांसच नाळ म्हणतात. आतां कांहीं ठिकाणीं दाण्यास नाळेपासून लहानसा देंठ येतो. स्त्रीकेसरदला (Carpel) वरील परागवाहिनी नेहमीं असते असें नाहीं. शिवाय इतर वर्तुळाप्रमाणें स्त्रीकेसरदलांची संख्या व्यक्तिमात्र फुलांप्रमाणें निरनिराळी असते. स्त्रीकेसरदलें संयुक्त अथवा अलग राहतात.

सर्वसाधारण फुलांत वरील प्रकारची व्यवस्था आढळते. पण आकस्मिक कारणांनीं पुष्कळ फुलांत तसेंच त्यांच्या वर्तुलदलांत कमी अधिक फरक झाला असतो. जवसाच्या फुलांत पांच साकळ्या (Sepal) पांच पांकळ्या (Petal) पांच पुंकेसर (Stamen) व पांच स्त्रीकेसर–दल (Corpel) आढळतात. म्हणजे प्रत्येक वर्तुळांत दलें सारखीं असून त्यांची संख्याही सारखी असते. अशीं सारखीं पूर्ण फुलें फार थोडीं असतात. कोणत्याही दलापासून अशा फुलांत दोन सारखे

भाग करितां येतात. कारण प्रत्येक दलाचा आकार तसेंच संख्या हीं सारखीं सारखीं असतात. निरनिराळ्या कारणांनीं वर्तुलदलांत फरक होत जाऊन वेगवेगळ्या आकाराचीं फुलें तयार होतात. अव्यवस्थित फुलांत सारखे दोन भाग वाटेल त्या ठिकाणीं करितां येणार नाहींत.

द्विदलधान्य तसेंच एकदलधान्य वनस्पतींत फुलें वेगवेगळ्या प्रकारचीं असतात. बाह्य आकारांत फारसा फरक नसून फुलांच्या वर्तुलदलांच्या संख्येंत फेरबदल असतो. द्विदलधान्यवनस्पतींत वर्तुलदलें चार किंवा पांच असतात. दलें अधिक असलीं तर चार अथवा पांच संख्येचें गुणोत्तर झालें असतें. एकदल वनस्पतींमध्यें दलांची संख्या तीन अथवा तिन्हींचें गुणोत्तर असतें. ह्यामुळें कोणतेंही फूल वर्तुलदलांची संख्या मोजून एकदलवनस्पतींपैकीं आहे किंवा द्विदल वनस्पतींपैकीं आहे, हें सहज ओळखतां येणार आहे. गुलछबु, कांदा, लसूण, केळी, तरवार, नाकदवणा, गहूं, जोंधळा, वगैरेचीं फुलें तपासून वरील गोष्टीची सत्यता पहावी. हीं फुलें एकदलवनस्पतीचीं आहेत. तसेंच कापूस वाटाणा, मूग, तूर, अंबाडी, गुलाब, वगैरे फुलें द्विदलवर्गापैकीं असून प्रत्येक वर्तुलांत दलांची संख्या पांच पांच आढळते.

साधारणपणें फुलामध्यें चार वर्तुळें असतात. पण पुष्कळ वेळां एखाद्या वर्तुळाचा अभाव असतो. जसें भोपळा, कारलीं, दोडका वगैरे. कधीं पहिलें वर्तुळ नसतें, तर कधीं दुसरें वर्तुळ नसतें. झेंडूच्या फुलांत पुष्पकोश नसतो. एरंडीच्या फुलांत पुष्पमुगुट नसतो. गहूं, जोंधळा, ओट वगैरेमध्यें दोन्ही बाह्य वर्तुळें नसतात. कांहीं फुलांत पुंकोश नसून बाकीचीं तीन वर्तुळें असतात. जसें भोंपळा, काकडी, वगैरे. अशा फुलांस केवल–स्त्रीकेसर फुलें म्हणतात. (Pistillate) व जेव्हां स्त्रीकोशाचा अभाव असून बाकीचीं वर्तुळें असतात, अशा वेळीं त्या फुलास केवल–पुंकेसर फुलें (Staminate) म्हणतात. चारी वर्तुलें असणाऱ्या फुलास पूर्ण (Complete) फुलें म्हणतात. तसेंच जेव्हां वर्तुलाचीं दलें सारख्या आकाराचीं आढळतात, त्यास व्यवस्थित फुलें म्हणतात, जसें कापूस, लिली, वगैरे. पावट्याच्या पांकळ्या अव्यवस्थित असतात. विशेषेंकरून फुलें व्यवस्थित किंवा अव्यवस्थित ठरविण्यास फुलांच्या पांकळ्या सारख्या आहेत किंवा नाहीं, हें पाहतात. नाहीं तर प्रत्येक वर्तुळ व्यवस्थित अथवा अव्यवस्थित आपआपल्या वर्तुळाकार मानानें म्हणतां येईल.

फुलांत पुंकोश व स्त्रीकोश एके ठिकाणीं असल्यामुळें परस्पर स्त्री-पुरुष-संयोगास सुलभ पडतें. प्राणीवर्गांत एकाच जागीं स्त्री व पुरुष व्यंजक अवयव नसतात. दानव्या सारख्या क्षुद्र प्राण्यांत दोन्ही स्त्री व पुरुषव्यंजक अवयव एकाच जीवाच्या शरीरावर आढळतात. पण स्त्रीव्यंजक अवयवास गर्भधारणा साधण्यास त्याच शरीरांवरील पुरुषव्यंजक अवयव उपयोगीं पडत नाहींत. दोन दानवें परस्पर एकमेकांस चिकटून परस्पर फायदा करून घेतात. दोन्हीमध्यें गर्भधारणा होऊन दोन्हीपासून पुढें प्रजोत्पत्ती होते. केवल-स्त्रीकेसर फुलें दुसऱ्या केवल-पुंकेसर फुलांतील परागकणांमुळें गर्भीकृत होतात. परागकण स्त्रीकेसर फुलास पोहोंचविण्याची वेगवेगळी नैसर्गिक योजना असते.

पानांची मांडणी फांदीवर कांही विशिष्ट प्रकारची असते. तद्वतच फुलाच्या वर्तुळदलांत कांहीं विशिष्ट रचना आढळते. 'एक झाल्यावर एक' (Alternate) २, समोरासमोर. (Opposite) ३, वर्तुळाकृति (Whorled) ह्या तीन रचना पानांत असतात. फुलांतील वर्तुळ दलें बहुतकरून पुष्पदंडावर वर्तुळाकृतींत येतात. जसें खोडावरील अथवा फांदीवरील अंतरकांडीं संकुचित होऊन परस्पर संलग्न होतात, व त्या संलग्न जागेपासून पानांचा झुपका येत असतो, त्याचप्रमाणें पुष्पदंडावरील अंतर कांडीं संकुचित होऊन तीं चारी वर्तुळें जणूं एका जागेपासून निघालीं आहेत असें वाटतें.

एखादे वेळेस पहिल्या अगर दुसऱ्या वर्तुळांत दलांची वाढ अधिक होऊन त्यास चमत्कारिक स्वरूप येतें. तेरड्याचे फुलांत पुष्पकोशामध्यें एक उलटी सांकळीवर (Sepal) चिकटली असते. नॅस्टिरशियम फुलामध्यें तेरड्याप्रमाणें एक पाकळी दुसऱ्या पांकळीवर उलटी आली असते. आगस्त्याचे फुलांत पांच पांकळ्या असून एका पाकळीची वाढ जास्त होऊन जिभेसारखी ती लोंबत राहते, दोन पांकळ्या पक्ष्याच्या पंखाप्रमाणें दिसतात, व उरलेल्या दोन्हीस बोटीसारखा आकार येतो. कित्येक फुलांचीं वर्तुळें द्विगुणित झालीं असतात, अथवा नुसतीं वर्तुळें द्विगुणित न होतां वर्तुळांचीं दलें द्विगुणित होतात. अफूच्या फुलांत पुंकेसर वर्तुळ द्विगुणित असतें. बारबरी नांवाच्या वनस्पतीचीं फुलें ह्याच प्रकारचीं असतात. पहिलीं तीन वर्तुळें द्विगुणित होतात. फुलांत पांकळ्या द्विगुणित अथवा बहुगुणित असतात. विशेषेंकरून

पुंकेसरांची संख्या अधिक होते. जासवंदी, कापूस, लोकॅट, स्ट्राबेरी वगैरेमध्यें पुंकेसरांची संख्या अधिक असते. एकदल वनस्पतीमध्यें फुलांचीं वर्तुळें त्रिदळीं असतात, असा साधारण नियम आहे. पण पुष्कळ वेळां पुंकेसराचीं दोन वर्तुळें होऊन प्रत्येकांत तीन तीन दलें आढळतात. जसें, घायपात, नाक-दवणा वगैरे. पिवळा कण्हेर, कृष्णकमळ, रुई. मांदार वगैरे फुलांत पांकळ्या-सारखे भाग एकवटून त्यांचें एक निराळें वर्तुळ बनतें. सोनचाफ्यामध्यें पहिलीं दोन्ही वर्तुळें पिंवळीं असून दलांची संख्या दहांपेक्षां अधिक असते. मोहरीचे पुंकेसर सहा असून पैकीं चार लांब व दोन आंखूड असतात. दोन पांक-ळ्यांचे समोर लांब पुंकेसरांची एक जोडी असून, उरलेल्या दोन पांकळ्यां-समोर एक एक लहान केसर असतो. प्रत्येक पांकळ्या समोरासमोर पुंकेसर असल्यामुळें द्विगुणित भाव होतो. साधारण नियम असा आहे कीं, वर्तुळाची दलें दुसऱ्या वर्तुळाच्या समोर न येतां एक झाल्यावर एक येत जातात; म्हणन समोरासमोर प्रत्येक वर्तुळाचीं दलें झालीं असतां द्विगुणित भाव आहे, असें समजण्यास हरकत नाहीं.

वर सांगितलेंच आहे कीं, वर्तुळाचे स्वभावामुळें केवळ पुंकेसर फुलें अथवा केवल स्त्रीकेसर फुलें उत्पन्न होतात. पुष्कळ वेळां वर्तुळांतील कांहीं दलें नाहींशीं होतात. जसें मोहरींत सहाच पुंकेसरदलें असतात. वास्त-विक आठ असलीं पाहिजेत. शिवाय स्त्रीकेसरदलें दोनच असतात. जवसा-सारखीं फुलें सार्वत्रिक थोडींच आढळतात. कापसाच्या फुलांत स्त्रीकेसर दलें तीन असतात. बाकीचीं दलें पांच पांच असतात. पुंकेसरदलें मात्र पुष्कळ असून ती सर्व एकमेकांस चिकटून त्यांची जणूं एक नळी स्त्रीकेसरदलासभों-वती असते. मुळ्याचे फुलांत स्त्री-केसरदलें भाग दोन असून पहिलीं वर्तुळें चार दलांचीं असतात. झेंडूच्या फुलांत पहिलें वर्तुळ बहुतेक नाहींसें असतें; अथवा त्या जागीं दोन केसासारखे भाग असतात. दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्तुळांत प्रत्येकीं पांच दलें असतात. पण चवथ्या वर्तुळांत दोनच दलें असतात. कधीं कधीं पुंकेसरापासून पांकळ्या बनत असतात. जसें, कर्दळी, गुलाब, जास्वंद वगैरे. जासवंदीमध्यें पुंकेसर अर्धवट पांकळ्याप्रमाणें होऊन त्यावर कधीं कधीं परागपिटिकाही असते. परागपिटिका पाहून पूर्ण खात्री होते कीं, ती पांकळी नसून पुंकेसरापासून पांकळी बनत आहे. धने, बडीशोप, ओवा, शोपा,

इत्यादिच्या फुलांत पुष्पकोशाचे भाग कमी अधिक वाढतात, त्यांत सारखे-पणा अगदीं नसतो. पुष्कळ वेळां वर्तुळाची जागा बदलली असते. हा जागें-तील फरक, दलें द्विगुणित झाल्यामुळें होतो अथवा कांहीं दलांच्या अभावामुळें-ही असाच फरक उत्पन्न होतो. पुष्कळ फुलांत दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्तुळांत जागेसंबंधीं घोटाळा असतो. असा घोटाळा उत्पन्न झाल्यामुळें दलें परस्पर एक-मेकांसारखीं होत जातात. जसें, जासवंद.

वर्तुळाचीं दलें सुटीं असतात असें नाहीं. कधीं कधीं तीं दलें परस्पर चिकटलेलीं असतात, अथवा त्या वर्तुळाचा संबंध दुसऱ्या वर्तुळाशीं येतो. हा संयोग दोन प्रकारचा असतो. जेव्हां एकाच वर्तुळांतील सर्व दलें परस्पर संलग्न होतात, तेव्हां अशा संयोगास ‘ परस्परदलसंयोग ’ (Cohesion) म्हणतात. कापसांतील सांकळ्या तसेंच पुंकेसर हीं परस्पर चिकटलेलीं असतात. सांकळ्या एकमेकांस चिकटून त्यांचे वाटीसारखें वर्तुळ तयार होतें. पुंकेसर परस्पर संयोग पावून त्यांची नळी स्त्रीकेसर-कोशा-भोंवती असते. मूग, वाटाणे वगैरे फुलांत सांकळया वरीलप्रमाणें परस्पर संयुक्त असतात. धोत्रा, वांगीं, तंबाखू, मिरच्या, कानव्हालव्हुलस, भोंपळा, दोडका, सूर्यकमळ वगैरे फुलांत दुसऱ्या वर्तुळांतील दलें ऊर्फ पांकळ्या परस्पर-संयुक्त असतात. लिंबू, संत्रें, जासवंद, वगैरे फुलांत पुंकेसर परस्पर चिकटलेले असतात. कांदे, लसुण, नाकदवणा, कापूस, धोत्रा, नारिंग वगैरे फुलांत स्त्रीकेसरदलें एकमेकांस लागून अण्डाशय संयुक्त झाला असतो; अथवा पुष्कळ अण्डाशय एकमेकांस चिकटलेले असतात. अशा ठिकाणीं "संयुक्त" हा शब्द दलापूर्वीं योजून त्यांचा संयोग (Cohesion) दर्शविला जातो. जसें संयुक्त पांकळ्या, संयुक्त पुं अथवा स्त्रीकेसर वगैरे वगैरे. संयुक्त शब्दाचे उलट वियुक्त शब्द सुट्या दलापूर्वीं योजितात. जसें, वियुक्त अथवा सुट्या पांकळ्या. उदाहरण, कापूस. सुटे पुंके-सर, जसें गुलाब. सुटीं स्त्रीकेसरदलें जसें हरिणखुरी, सुई, हिरवाचाफा वगैरे.

जेव्हां एका वर्तुळाचा दुसऱ्या वर्तुळाशीं संयोग असतो, त्यांस ‘ परस्पर-वर्तुळ-संयोग ’ (Adhesion) असें म्हणतात. धोत्र्याचे फुलांत पुंकेसरकोश द्वितीय वर्तुळाशीं संयुक्त असतो. साधारण पहिलीं तिन्हीं वर्तुळें चवथ्या वर्तुळाखालीं असून चवथ्या वर्तुळाचा अथवा अण्डाशयाचा वरील तिन्हीं वर्तुळाशीं कांहींही संबंध नसतो. अशा वेळीं अण्डाशयास ‘ उच्चस्थ ’

(Superior) म्हणतात. जेव्हां अण्डाशय उच्चस्थ असतो, त्यावेळीं इतर तिन्ही वर्तुळे अधःस्थ (Inferior) असतात, पण जेव्हां अण्डाशय प्रथम वेंर्तुळाशीं संयुक्त असतो तेव्हां त्यास अधःस्थ अण्डाशय म्हणतात. अधःस्थ अण्डाशय असतांना उरलेलीं तिन्ही वर्तुळें उच्चस्थ असतात. अधःस्थ अगर उच्चस्थ ही संज्ञा संयोगाप्रमाणें वर्तुळास दिली जाते. पेरू, मटलाई, दोडके, वगैरे फुलांत अण्डाशय अधःस्थ असून इतर तिन्ही वर्तुळें उच्चस्थ (Superior) असतात. तंबाखू, मिरची, तूर, उडीद वगैरे फुलांत अण्डाशय उच्चस्थ असून पहिलीं तिन्ही वर्तुळें अधःस्थ असतात. द्वितीय व तृतीय वर्तुळें पुष्कळ वेळां परस्पर संलग्न असतात. बहुतकरून जेव्हां पाकळ्या संयुक्त असतात अशा वेळीं पुंकेसर पाकळ्यांशीं चिकटलेलें असतात. जसें, कण्हेर, तंबाखु, वगैरे. कांदे, गुलछबु, भुईकमळ वगैरेमध्यें पहिलें व दुसरें वर्तुळ एकाच रंगाचें असून त्या दोहोंत फारसा फरक नसतो. अशा प्रकारचीं फुलें एकदल–वनस्पतींमध्यें पुष्कळ आढळतात.

कमळामध्यें फुलांतील वर्तुळाची मांडणी फिरकीदार असते. सांकळ्या बाह्यभागीं असून पांकळ्या पांढऱ्या अथवा गुलाबी असतात. येथेंही सांकळ्या व पांकळ्या ह्यामध्यें फारसें अंतर नसतें. कांहीं सांकळ्यापासून पांकळ्या बनत असतात. कांहीं पांकळ्या मध्यभागाकडे लहान लहान झाल्या असतात. त्यांचा आकार जणूं पुंकेसराप्रमाणें झाला असतो. गुलाब अथवा जासवंद ह्या फुलांत पुंकेसरापासून पांकळ्या बनतात; पण कमळामध्यें पांकळ्यापासून पुंकेसर तयार होतात. म्हणजे एका वर्तुळांतील दलें कमी अधिक वाढीप्रमाणें दुसऱ्या वर्तुळांतील दलाप्रमाणें बनत असतात. बागेमध्यें गुलाब, मदनबाण, मोगरा इत्यादि फुलांत पांकळ्यांची वाढ अधिक होते. तसेंच त्यांमधील पुंकेसर अथवा स्त्रीकेसर दलें पूर्णावस्थेस पोहोंचत नाहींत, अथवा त्यांची संख्या दिवसें दिवस कमी होत असते. पण त्याच्या मूळ अगर जंगली स्थितींत पांकळ्या फार मोठ्या असून सर्व वर्तुळाची वाढ होते. पुंकेसर अथवा स्त्रीकेसरदलें कमीं झाल्यामुळें वंशवर्धन खुंटेल असें वाटण्याचा संभव आहे; पण नैसर्गिक तजवीज वेगळी असते. शिवाय झाडांची परंपरा, कलमें, चष्मे, दाब, वगैरे करून वंश राखिला जातो. कलमानें मूळ गुण व जातीधर्म अस्सलरीतीनें पुढील रोप्यांत कायम राहतात. बीज पेरून जीं रोपें तयार

होतात. त्यामध्यें मूळ अस्सल गुण राहतील किंवा नाहीं ह्यांची शंका असते. जेथें जेथें पुंकेसर अथवा स्त्रीकेसरकोश लुप्त होत जातात, त्या त्या वनस्पतींत नैसर्गिक कलमें होऊन त्या वनस्पतीचा वंश वाढविला जातो. जसें, जाई, जुई, मोगरा वगैरे. जाईचें कलम आपोआप होत असतें. फांदीच्या सांध्यापाशीं मुळें सुटून जमिनींत घुसतात, व ह्या रीतीनें पुष्कळ स्वतंत्र रोपें होतात.

बहुदलधान्य वनस्पतींत फुलामध्यें वर्तुळाची मांडणी फिरकीदार असते. ह्यामध्यें फुलें एकलिंगी असतात, म्हणजे केवळ पुंकेसर अथवा स्त्रीकेसर फुलें असतात. दोन्हीं स्त्रीपुरुषतत्त्वें एकाच फुलांत असत नाहींत. सुरू, देवद्वार वगैरे उदाहरणें बहुदल–धान्य–वनस्पतीपैकीं आहेत. अननसांमध्यें फुलांची मांडणी वरीलप्रमाणेंच असते. देवद्वाराचें फळ शंकाकृति असून त्यांची स्त्रीकेसरदलें, फळ वाळल्यावर लांकडी होतात. प्रत्येक स्त्रीकेसरांवर दोन बीजें असतात. येथें बीजें उघडीं असून आंतील भागीं त्यांचा संबंध स्त्रीकेसरांशी असतो. एकदल अथवा द्विदल वनस्पतीमध्यें नेहमीं बीजें स्त्रीकेसर–दलानीं आच्छादित असतात. पण बहुदलधान्य वनस्पतीमध्यें बीजें आच्छादित नसून उघडीं राहतात. हा फरक अगदीं स्पष्ट असतो. ह्यामुळें सपुष्प वर्गाचे दोन मुख्य भेद केले आहेत.

फुलांतील चारीं वर्तुळें ज्यावर असतात त्यास पुष्पाधार (Thalamus) म्हणतात. जेव्हां फुलांत देंठ असतो, अशा वेळेस देंठाचें अग्र म्हणजे टोंक हेंच पुष्पधार बनतें. जेव्हां देंठ असत नाहीं, तेव्हां ज्यांवर तीं वर्तुळें आढळतात, त्यांसच पुष्पाधार म्हणतात. फुलांच्या वर्तुळाप्रमाणें पुष्पाकार ही निरनिराळ्या आकाराचे असतात. वाटोळ्या, पसरट, शंकाकृती, पेल्यासारखा, उभ्या नळीप्रमाणें असे आकार पुष्कळ वेळां पाहण्यांत येतात. स्ट्राबेरी अथवा तुतीमध्यें पुष्पाधार शंकाकृती असतात. गुलाबांत पुष्पाधार पेल्यासारखा खोलगट असतो. सुर्यकमळांत तो पसरट व रुंद असतो. अंजीर, पिंपळ, वड वगैरेमध्यें जीं फळें म्हणून समजण्यांत येतात, त्यांचा बाह्य भाग हा पुष्पाधार असतो. फळ पिकल्यावर तो भाग मऊ होऊन खाण्यांत त्याचाच उपयोग होतो. उंबराच्या फळांचा बाह्य तांबडा भाग पुष्पाधारच आहे. हीं फळें कापून पाहिलीं असतां आंतिल भागास लहान लहान फुलें दृष्टीस पडतील.

कधीं कधीं पुष्पाधार इतक्या जोरानें वाढतो कीं, फुलाचे पोटांतून तो बाहेर पडून त्याची लांब दांडी बनते व त्या दांडीवर पुन पानें वगैरे येतात. गुलाब अथवा तीळ ह्यांमध्यें ह्या प्रकारें वाढलेला पुष्पाधार कधीं कधीं पाहण्यांत येतो. तिळवणीचे फुलांत पहिलीं दोन्हीं वर्तुळें खालीं राहून मधून पुष्पाधार देंठासारखा वाढतो, व पुढें त्यावर पुंकेसर व स्त्रीकेसरदलें येतात. अशा ठिकाणीं पुष्पाधार अण्डाशयाचा देंठ बनून जातो. आंबा, लिंबु, सताप, वगैरेच्या फुलांत पुष्पाधार अण्डाशयास टेंकूसारखा उपयोगी पडतो. अशा ठिकाणीं ह्याचा आकार वर्तुळाकृति अथवा वळ्यासारखा असतो. असल्या पुष्पाधारास कर्णिका (disc) म्हणतात. धने, ओवा, बडीशोपा, वगैरे फळांत पुष्पाधार जास्त वाढून त्यासच दोन्ही बाजूकडे स्त्रीकेसर दलें चिकटून प्रत्येकांत एक एक बीज आढळतें. कधीं कधीं बीजांडाचा (ovales) संबंध स्त्रीकेसर दलांशीं न राहतां तीं केवळ पुष्पाधारावरच आढळतात. अशा वेळीं पुष्पाधार नाळेसारखा उपयोगीं पडतो. त्यांतूनच बीजांडास पोषक अन्नादि पदार्थ मिळतात. चंदन, पपया, वगैरे उदाहरणें ह्या जातीचीं आहेत.

प्रकरण १८ वें.

पुष्पबाह्य वर्तुळें. (पुष्पकोश Calyx व पुष्पमुगुट Corolla).

आतांपर्यंत फुलांचें सर्वसाधारण वर्णन करण्यांत आलें. तसेंच पुष्पाधाराचाही उल्लेख करण्यांत आला. ह्या प्रकरणांत फुलांतील बाह्य वर्तुळाचें जरा विस्तारयुक्त वर्णन करण्याचा विचार आहे.

हरितदल वर्तुळ अथवा पुष्पकोश (Calyx.) हें वर्तुळ, फुलांतील बाह्यांगास असून दलाचा रंग बहुतकरून हिरवा आढळतो. कांहीं वेळां इतर रंगही पाहण्यांत येतात. तेव्हां पाकळ्या व सांकळ्या एकाच रंगाचीं असून तीं परस्पर भिन्न ओळखण्यास कठीण जातें. जसें, सोनचाफा, लिली, वगैरे. कांदे, लसूण, गुलछबू वगैरे फुलांमध्यें आपणांस सहा पांढरीं दलें फुलांचे बाह्यांगास आढळतात. ह्या सहा दलांपैकीं तीन दलें पहिल्या वर्तुळापैकीं व

तीन दलें दुसऱ्या वर्तुळापैकीं असतात. अशा सादृश दलवर्तुळास पुष्पपरिकोश (Perianth) असें साधारण नांव दिलें जातें, व नेहमा ह्याच नांवानें त्या दोन्ही वर्तुळास संबोधितात. जेव्हां फुलांत पुष्पकोशाचा अथवा पुष्पमुगुटाचा अभाव असतो, अशावेळीं ह्याच नांवाचा उपयोग उरलेलें एकटें बाह्यवर्तुळ संबोधण्यास करितात. जसें, एरंडी वगैरे. एरंडीमध्यें पुष्पमुगुटाचा अभाव असून केवळ बाह्यभागीं पुष्पकोश आढळतो. ह्या पुष्पकोशास पुष्पवपरिकोश (Perianth) म्हणतात. त्याचप्रमाणें गुलबाक्षिच्या फुलांत पुष्पकोशाचा अभाव असतो, पण केवळ पांकळ्यांचें वर्तुळ असतें. ह्यासही वरीलप्रमाणें पुष्पपरिकोश Perianth असें संबोधण्याची वहिवाट आहे.

सांकळ्या कधीं सुट्या तर कधीं संयुक्त असतात.मोहोरी,शिरस,मुळे वगैरेंच्या फुलांत ह्या सुट्या असून, कापूस, जास्वंद, तंबाखू, वांगीं वगैरे फुलांतही संयुक्त असतात. गुलाबाचे फुलांतही दलें अगदीं पानासारखीं असतात-सांकळ्यास पानांप्रमाणें मात्र कोठेंही देंट असत नाहीं. दलें सारख्या आकाराचीं असतां त्यास व्यवस्थित Regular म्हणतात. जसें रानजाई, व ह्याचे उलट अव्यवस्थित Irregular म्हणतात. जसें बाहवा, तरवड, संकासूर वगैरे.

जेव्हां सांकळया सुट्या असतात,त्यावेळेस त्या किती आहेत, हें सहज मोजितां येतें. पण जेव्हां त्या संयुक्त असतात त्यावेळेस पूर्णपणें त्यांची संख्या ओळखण्यास संयोगावर अवलंबून असतें. कांहींमध्यें संयोग बुडाशीं असून टोंकाकडे दलें सुटीं असतात. अथवा संयोग मध्यभागापर्यंत असून अग्रांकडील भाग मोकळा राहतो. पण जेव्हां संयोग पूर्ण होऊन दलांचा जणूं एक प्यालीं अथवा नळी बनते, तेव्हां मात्र त्यांची संख्या ओळखणें कठीण होतें. त्यावर किती मध्यशिरा आहेत, हें नीटपाहून त्यांची संख्या सहज सांगतां येणार आहे. कारण प्रत्येक दलास मध्यशीर असते म्हणून मध्यशिरेच्या संख्येप्रमाणें तीं दलें आहेत असें अनुमान काढणें चुकीचें होणार नाहीं.

संयोग कधीं सारखा असतो; अगर वांकडा तिकडा अव्यवस्थित असतो. व्यवस्थित अगर अव्यवस्थित संयोगाप्रमाणें वर्तुळास वेगवेगळे आकार येतात. कोनाकृति, ओष्ठाकृति, घटाकृति वगैरे आकार नेहमीं आढळतात. ह्याचप्रकारचे

आकार पांकळ्यांच्या संयोगामुळें उत्पन्न होतात, व त्याठिकाणीं ते अधिक स्पष्ट असतात. अण्डाशयाचे वर अगर खालीं हें वर्तुळ जसें असेल त्याप्रमाणें उच्चस्थ Superior अगर अधःस्थ Inferior हीं नांवें देतात. जेव्हां पुष्पकोशाचा कोणताही संबंध अण्डाशयांशीं असत नाहीं, व अण्डाशय केवळ मोकळा असून पृष्पाधारांवरच असतो, अशावेळीं अण्डाशय उच्चस्थ असें समजतात. अशा ठिकाणीं तो उच्चस्थानीं असो अगर नसो, तो विशेष मुद्धा नाहीं. पण मोकळा अगर सुटा आहे किंवा नाहीं हें पाहणें जरूरीचें असतें. तसेंच हा कोश जेव्हां त्यांशीं संलग्न असतो, मग त्याचें स्थान उच्च असो अगर खालीं असो, तथापि त्यास अधःस्थ Inferior म्हणतात. म्हणून जेव्हां अण्डाशय उच्चस्थ Superior तेव्हां पुष्पकोश अधःस्थ; व उलट जेव्हां तो अधःस्थ तेव्हां पुष्पकोश उच्चस्थ असा नियम आहे.

तरवार, आर्किड वगैरेमध्यें हें वर्तुळ पांकळ्यांच्या रंगाचें असतें. गुलाबांत हिरवें असतें असें वर सांगितलेंच आहे. तें सूर्यकमळांत तांतेसारखें असतें. झिनिया, कॉसमास, झेंडू वगैरेमध्यें हें वर्तुळ बहुतेक असत नाहीं; व त्याजागीं केसाचे दोन पुंजके असतात. गहूं, बाजरी, ज्वारी, जव, जाई, वगैरे फुलांमध्यें हें वर्तुळ अशाच प्रकारचें असतें. येथें केंसा-ऐवजीं चामड्यासारखें चिंवट पुष्पावरण असून त्यासच हें वर्तुळ समजतात. त्या आवरणाचें आंत पुंकेसर अथवा स्त्रीकेंसरदलें असतात. अशा फुलांमध्यें पुष्पमुगुटाचा (Corolla) अभाव असतो. अथवा दोन केंसाच्या उशीसारखे जे आवरणांत भाग आढळतात, त्यासच पुष्पमुगुट असें समजतात. जासवंदीचे फुलांत पहिल्या वर्तुळाचे खालील बाजूस त्याच प्रकारचे हरित् उपवर्तुळ (Epicalyx) असतें. ह्या वर्तुळाचा फुलां-तील वर्तुळांत समावेश होत नाहीं. हें वर्तुळ उपपुष्पपत्राचें (Bracts) बनलें असतें. उपपुष्पपत्रें म्हणजे पानासारखे भाग असून त्यांचे पोटांतून फुलांची दांडी अथवा देंठ निघतो. कळ्यांचा व पानांचा जो संबंध असतो, तोच संबंध उपपुष्पपत्रें (Bracts) व फुलें ह्यांचा असतो. उपपुष्पपत्रें (Bracts) पुष्कळ ठिकाणीं निरनिराळ्या आकाराचीं, व तऱ्हेतऱ्हेच्या रंगाचीं असून कमी अधिक दिवस फुलांवर टिकतात. ह्यांचे सर्व प्रकार व निरनिराळ्या जाती फुलांच्या दांडीवरील मांडणीमध्यें वर्णन करणार आहोंत,

तेव्हां येथें एवढें सांगणें बरें आहे कीं, वरील जासवंदी अगर त्या जातीच्या फुलांत जें उपपुष्पवर्तुळ (Epicalyx) असतें, तें फुलांपैकीं नसून त्याचा उगम व संबंध निराळा असतो.

ज्याप्रमाणें पानें कमी अधिक दिवस खोडावर टिकतात, त्याप्रमाणें फुलांमध्येंही दलें कांहीं दिवस टिकतात. नेहमींचा अनुभव असा आहे कीं, परागकणांचा मिलाफ आंतील बीजाण्डाशीं (Ovules) झाल्यावर आपोआप अण्डाशय वाढूं लागतो. दोन्हींचा मिलाफ होणें म्हणजे गर्भधारणा होय. गर्भधारणा झाल्याबरोबर ह्या बाह्यसंरक्षक वर्तुळांचा कांहीं उपयोग नसून तीं दोन्हीं वर्तुलदलें म्हणजे सांकळ्या तसेंच पांकळ्या हळु हळु कोमेजून गळून जातात. गर्भधारणा होईपर्यंत आंतील नाजुक अवयवांचें संरक्षण करणें हें मुख्य काम हीं बाह्यवर्तुळें करीत असतात. हें काम पूर्ण झाल्यावर ह्यांची जरूरी नसून तीं आपण होऊन जाण्याचे मार्गास लागतात. पैकीं पांकळ्या तर नेहमींच गळून जातात; पण कांहीं ठिकाणीं सांकळ्या अण्डाशयांवर चिकटून राहतात. जसें, दोडकें, घोसाळीं, वांगीं, टोमॅटो वगैरे. लवंग, तंबाखू पेरू, डाळिंब वगैरेमध्यें हीं दलें, फळ तयार झालें तरी कायम राहतात. पण तेंच पिंवळा धोत्रा, अफू वगैरे फुलांत, फुलें उमलण्याचा अवकाश, कीं हीं लागलींच गळून जातात. कांहीं ठिकाणीं हीं दलें अधिक वाढून फळाभोंवतीं त्यांचीं गुंडाळी होते. जसें कपाळफोडी, रसबेरी वगैरे. नास्पाति अगर सफरचंद फळांत ह्या दलांचा मांसल भाग फळाबरोबर वाढून तो फळांत समाविष्ट होतो.

द्वितीय वर्तुळ–(Corolla) ह्या वर्तुळाचे प्रत्येक दलास पांकळी असें म्हणतात. हें वर्तुळ पुष्पकोश (Calyx) व पूं–कोश (Androecium) ह्यामध्यें असतें. सांकळ्यापासून पांकळ्या त्यांच्या नाजुक स्वभावामुळें तसेंच निरनिराळ्या रंगीतपणामुळें सहज ओळखितां येतात. विशेषेंकरून हिरवा रंग पाकळ्यांत कमी असतो. जसें हिरवा गुलाब, अशोक वगैरे. कांहीं फुलांत पांकळ्यांचा रंग मनोवेधक व चित्ताकर्षक असतो. पांकळ्या चित्ताकर्षक असल्यामुळें फुलपांखरें वगैरे क्षुद्र किडे त्या रंगास भुलून त्यावर झडप घालितात. केवळस्त्रीकेसर (Pistillate) फुलांत असले मनोहर रंग अधिक

आढळतात. मध सेवनाकरितां किंवा चमत्कारिक रंगास मोहून जेव्हां पांकळ्यांवर हीं फुलपांखरें बसतात, त्यावेळेस त्यांचीं शरीरें परागकण धुळींनीं भरतात. फुलपाखरांचा धर्म एका फुलांवरून दुसऱ्या फुलांवर उड्डाण करीत व विहार करीत जाण्याविषयीं महशूर आहेच. हीं फुलपांखरें केवळ-स्त्रीकेसर फुलांवर बसली असतां मध सेवन करण्याकरितां पांकळ्यांत धडपड करून शिरतात. ह्यावेळेस त्यांच्या बरोबर आलेले परागकण परागवाहिनीला (Style) लागल्यावर हळु हळु त्यांतून अण्डाशयांत शिरून गर्भधारणा घडते. तेव्हां अशा ठिकाणीं सुंदर रंग गर्भधारणा घडवून आणण्यास अप्रत्यक्ष उपयोगीं असतात ह्यांत संशय नाहीं. ह्या चमत्कारिक रंगाची नैसर्गिक वीज असते. तसेंच पांकळ्यावर केंस फारसे नसतात, पण कधीं कधीं आंतील बाजूस केंस उलटे येतात. ह्या उलट्या केंसाचाही उद्देश वरील रंगासारखाच असतो. वर्तुळांत जेव्हां कीटक शिरतात, त्यावेळेस ह्या केंसामुळें बाहेर पडण्यास अटकाव होतो. पण कीटक धडपड करून बाहेर येतात, त्यावेळेस वरील प्रमाणें त्यांचीं अंगें परागधूलीमय होतात. पूर्वीप्रमाणें पुनः जर ते कीटक केवळस्त्रीकेसर फुलांवर बसले, तर त्या परागकणाचा फायदा बीजाण्डास होऊन गर्भधारणा साधिली जाते.

सांकळ्याप्रमाणें आकार, शिरा, बाजू, अग्रें. वगैरे पानासारखीं पाकळ्यांतही असतात. पानासारखा पांकळ्यास कधीं कधीं देंठ असतो. जसें, मोहरी, पिंक वगैरे. पिंक फुलांत पाकळ्या झालरीदार असतात. कधीं कधीं अशी झालर गुलाबी जासवंदीमध्यें आढळते. पाकळ्या सांकळ्याप्रमाणें सुट्या अथवा संयुक्त असतात. द्विदल—वनस्पतीमध्यें फुलास चार अगर पांच पांकळ्या असतात, व एकदल वनस्पतीमध्यें तीन पांकळ्या आढळतात. कांहीं फुलांत पांकळ्या सारख्या आकाराच्या असून व्यवस्थित होतात. जसें, कापूस, मोहरी, स्ट्राबेरी, नास्पाती वगैरे. पण कांहीं फुलांत त्या सुट्या पण वेड्यावांकड्या असतात. जसें आगस्ता, पावटा, तुळस, कर्पूरी वगैरे.

आळींव, मुळे, सलघम, शिरस, तिळवण, वगैरे फुलांत पांकळ्या सुट्या असून त्यांचे व्यवस्थित स्वस्तिक बनतें. स्वस्तिकाकृती पांकळ्या म्हणजे पाकळ्याची एक जोडी समोर व दुसरी आडवी असते; व एकूण ह्या पाकळ्या चार होतात. 'स्वस्तिकाकृती' (Cruciform) फुलांचा वर्ग एक निराळा केला आहे.

पिंक, कारनेशन, वगैरे फुलांत पांकळ्यास लांब देंठ असून हे देंठ सांकळ्यांनीं आच्छादित असतात. येथें पांकळ्या चारीच्या ऐवजीं पांच असून त्यास व्यवस्थित आकार असतो.

जंगली गुलाब, स्ट्राबेरी, कापूस, सफरचंद वगैरे फुलांत पांकळ्या पांच असून त्यांचा एकंदर आकार व्यवस्थित असतो. पिंक–फुलाप्रमाणें पांकळ्यास येथें देंठ असत नाहीं.

सुटया अव्यवस्थित पांकळ्यासही पुष्कळ प्रकारचे आकार आले असतात. विशेषेंकरून डाळीवर्गांतील फुलें लक्षांत ठेविण्यासारखीं असतात. मागें सांगितलेंच आहे कीं, त्यांस पांच पांकळ्या असतात. पैकीं एक मोठी पांकळी जिभेसारखी उलटी लोंबती राहून दोन पंखाकृति असतात, व उरलेल्या दोन परस्पर एकमेकांस चिकटून लहान नांवेप्रमाणें त्यास आकार येतो.

संयुक्त पांकळ्यासही संयोगाप्रमाणें वेगवेगळे आकार येतात. शिवाय संयुक्त स्थितींत सुद्धां पांकळ्या व्यवस्थित असतात. जसें, भोंपळा वगैरे फुलांतील पांकळ्या संयुक्त असून त्यांची एक व्यवस्थित नळी असते. सूर्यकमळाचीं लहान लहान फुलें ह्याच प्रकारचीं असतात. भोंवरी, भोंपळा, दोडका वगैरे फुलांत पांकळ्या संयुक्त झाल्यामुळें त्यास बैलाचे गळ्यांतील घंटेप्रमाणें आकार येतो. धोतऱ्याचें फूल लांबट असून तोंड रुंद असतें म्हणून त्यास तेल ओतण्याकरितां बनविलेल्या नाळक्यासारखी आकृती येते. सदाफुली, कुंद, वगैरेमध्यें पांकळ्या चक्राकृति असतात.

तुळस, सब्जा, कर्पुरी, वगैरे फुलांत पांकळ्या संयुक्त जरी असल्या तथापि त्यास व्यवस्थित आकार येत नाहीं. त्यांचा आकार ओष्ठाकृति असतो. असल्या फुलांचा एक स्वतंत्रवर्ग प्रसिद्ध आहे. सूर्यकमलांतील अथवा झेंडू झिनिया वगैरेमध्यें जीं बाह्यांगाकडे फुलें असतात, त्यांच्या पांकळ्या संयुक्त होऊन वरील बाजूस लोंबत्या तुकड्याप्रमाणें दिसतात.

याशिवाय शेंकडों संयुक्त तसेंच सुट्या पांकळ्यास आकार आले असतात. त्या सर्वांचें वर्णन करणें अशक्य आहे. नेहमीं पाहण्यांत येणाऱ्या फुलांचेंच परिक्षण केलें आहे.

कमी अधिक पांकळ्यांच्या वाढीप्रमाणें पांकळ्यांसही कधीं कधीं उपपाकळ्या येतात. कृष्णकमल फुलांत पांकळया झाल्यावर आंतील बाजूस पांकळ्यांसारखीं उपांगें येतात. त्यामुळें फुलांस विशेष शोभा येते. कांहीं फुलांत एक पांकळी जास्त वाढून नागाच्या फणाप्रमाणें दिसते. खालील बाजूस इतर पांकळ्या एकमेकांस चिकटलेल्या असतात. कांहीं फुलांत देंठ व पांकळीचा रुंद भाग जेथें चिकटला असतो, तेथें केंसासारखे भाग येतात. जस कण्हेर वगैरे.

सांकळ्याप्रमाणें पांकळ्यासुद्धां गर्भधारणक्रिया घडल्यावर सुकून गळूं लागतात. द्राक्षामध्यें फूल उमललें असतां लागलींच पांकळ्या गळून जातात. कायम टिकणाऱ्या पाकळ्या फार क्वचित् आढळतात.

असो; याप्रकारचे फुलांतील बाह्यसंरक्षक वर्तुळांचें वर्णन संपलें. यापुढें पुंकेसर व स्त्रीकेसरभागाचा विचार व्हावयाचा आहे. पुंकेसर दलांत पुरुषतत्त्व असून तें स्त्रीकेसरतत्वाशीं मिलाफ पावलें असतां, त्यापासून बीज अगर मुग्ध दशेंत असणारा रोपा तयार होतो. बीज तयार करणें हें फुलांचें मुख्य कर्तव्य असून तें साधण्याकरितां त्यास योग्य ते आकार येतात. बीजापासून वनस्पतींचीं परंपरा कायम राहते. केवलपुंकेसर फुलांपासून बीज तयार होत नाहीं. बीज उत्पन्न होण्यास अवश्य स्त्रीकेसर फूल पाहिजे. केवल-पुंकेसर फुलांतील परागकण केवल स्त्रीकेसर फुलांस उपयोगीं पडतात. ते परागकण किड्याच्या साहाय्यानें अथवा फुल-पांखराचे पंखास चिकटल्यामुळें स्त्रीकेसर फुलांस पोहोंचविले जातात. तसेंच वारा वाहूं लागला असतां परागकण उडून जेथें जरूर असेल तेथें आपोआप उपयोगीं पडतात. पाण्यांचे कांठीं उगवलेल्या वनस्पतीमध्यें सुद्धां परागकण पाण्यांत पडून प्रवाहाबरोबर वाहून केवल-स्त्रीकेसर फुलांस मिळतात. केवल-स्त्रीकेसर फुलें ऋतुकालीं पुरुष तत्त्वाची वाट पाहत असतात. योग्य संधी आली कीं, गर्भधारणा पूर्ण होते. पांकळ्यांचे सुंदर रंग, आंतील मधोत्पादक पिंड, तसेंच त्यांचा सुवास, वगैरे गोष्टीही अप्रत्यक्ष मदत गर्भधारणा घडवून आणण्यास आपआपल्यापरीं देत असतात. खरोखर ह्या सर्व गोष्टींचें बारीक निरीक्षण केलें म्हणजे प्रत्येक जीवनमात्रासंबंधीं त्यास अवश्य लागणाऱ्या वस्तूंची तजवीज व त्यांत दाखविलेलें अगाध चातुर्य, ह्यांचें कौतुक करावें तितकें थोडेंच आहे.

प्रकरण १९ वें.

पुंकोश व स्त्रीकोश.

पुंकोश Androecium:—हें वर्तुळ पूर्ण फुलांत पांकळ्यानंतर स्त्रीकोशापूर्वी येतें. केवळ स्त्रीकेसर फुलांत ह्या वर्तुळाचा अभाव असतो. पुंकेसर फुलांत तीन भाग विशिष्ट प्रकारचे असतात. पहिला भाग केसर (Filament) दुसरा भाग, पराग पिटिका (Anther) व तिसरा पिटिकेंतील परागकण. हे तिन्ही मिळून एक पुंकेसर बनतो. कधीं कधीं केसर असत नाहीं. जसें वांगें, बटाटे वगैरे. जसें पानास पत्र असतें तसें पुंकेसरदलास पराग पिटिका असते. पराग पिटिकेचे रंगही पुष्कळ प्रकारचे आडळतात. विशेषेंकरून पांढरा रंग पुष्कळ फुलांत असतो. जसें कण्हेर, जाई, धोत्रा, वगैरे.

केसर filament—हा निरनिराळ्या आकाराचा असतो. गहूं, बाजरी, जव वगैरेच्या फुलांमध्यें तो नाजूक व अगदीं तंतुसारखा असतो. कर्दळ, लिली, घायपत, वगैरे फुलांत तो जाड असतो. कधीं कधीं त्यांवर उपांगें असतात. जसें भोंकर. कांद्याच्या फुलांत त्याच्या उपांगास दातासारखा आकार येतो. रुई, मांदार, हरिणखुरी वगैरेच्या फुलांमध्यें उपांगें शृंगासारखीं असतात. कांहीं ठिकाणीं परागपिटिका मुळींच नसून केसर जाड होतात. अशावेळीं त्यास लहान पांकळ्या सारखा आकार येतो. गुलाब, कर्दळ वगैरेच्या फुलांत अशा प्रकारची स्थिति आढळते. त्यांची लांबी, जाडी, रुंदी, तसेंच वेगवेगळे रंग, वाढण्याची दिशा, हीं निरनिराळ्या फुलांत वेगवेगळ्या तऱ्हेचीं असतात. गुलछबु, धोत्रा, वगैरे फुलांत तो लांब असतो. तसेंच तृण जातींत फुलांच्या आकारमानानें ते लांब असतात. वांगीं, बटाटे, भोंकर, वगैरेमध्यें ते अगदीं लहान असतात, अथवा मुळींच नसतात, असें म्हटलें असतां चालेल. बहुतेक त्याची दिशा सरळ, आत वळलेली अथवा लोंबती असते. ह्यासही अपवाद पुष्कळ असतात. पानशेटिया फुलांत केसरास एक जोड असून त्यावर परागपिटिका असते. खरोखर तो व त्यावरील पिटिका मिळून एक अपूर्ण स्वतंत्र केवल–

पुंकेसर फूल बनतें. म्हणजे पानशेटियाचे फुलांत केवलपुंकेसर, तसेंच केवल-स्त्रीकेसर फुलें आढळतात. प्रथमदर्शनीं पानशेटियाचें फूल हें पूर्ण आहे, असें वाटण्याचा संभव आहे; पण उघडून पाहिलें असतां फुलाची खरी स्थिति तेव्हांच कळून येते.

केसर संयुक्त अथवा सुटे असतात. कापूस, अंबाडी, जासवंद, वगैरे फुलांत ते संयुक्त होऊन त्यांची नळी होते. लिंबू, चकोत्रा, महाळुंग वगैरे फुलांत केसर पुष्कळ असून तीन किंवा चार संयुक्त होऊन त्यांचे वेगवेगळे गठ्ठे बनतात. आगस्ता, पावटा, तूर वगैरे फुलांत त्यांची संख्या दहा असून पैकीं नऊ संयुक्त होतात, व एक सुटा राहतो. शेवरी अगर शेमल (Bombax) फुलांत चकोत्र्याप्रमाणें त्यांचे पांच गठ्ठे होतात, शिवाय हे पांचही गठ्ठे बुडाशीं परस्पर चिकटलेले असतात.

सर्व फुलांत केसरांची लांबी सारखी असते, असें नाहीं. मोहरी, शिरस वगैरेमध्यें ते सहा असून, चार लांब व दोन आंखूड असतात. भोंवरीचे फुलांत ते पांच असतात खरे; परंतु चारींचीच वाढ चांगली होते व एक अपूर्ण दृष्टींत असतो. तुळस, दवणा, केश वगैरे फुलांत दोन केसर लहान व दोन दीर्घ आंब्याचे असतात. फुलांत एकाच केसराची पूर्ण वाढ होते.

गर्भधारणा झाल्यावर इतर दलाप्रमाणें पुंकेसरांचेंही काम नसतें. ते आपोआप वाळून गळतात. कॅपन्युला नांवाचे फुलांत मात्र अण्डाशयास चिकटून एखादा केसर रहातो.

परागपिटिका म्हणजे पुरुषतत्त्व पेटारा आहे. त्यास साधारणपणें चार खाने अगर कप्पे असतात, व ह्या खणांत सुटे परागकण असतात. ही पिटिका मुख्य दोन खणाची असून प्रत्येक खणांत दोन लहान खण असतात. केसराचा भाग सरळ पिटिकेमध्यें वाढल्यामुळें तिचे दोन खण तयार होतात. पुष्कळ वेळां हे लहान खाने पूर्ण होत नाहींत. कारण मध्य पडदा पूर्ण वाढून दुसऱ्या बाजूला टेंकला नसतो. अशा वेळेस ह्या लहान खणांचा परस्पर संबंध राहतो. कापूस, भेंडी, शेमल वगैरे फुलांत परागपिटिका एकखणी असते. पिटिकेंतील फरकामुळें त्यांसारख्या इतर वनस्पतींचें त्यापासून वर्गीकरण करितां येतें.

पिटिकेवर एकदांच दृष्टीस पडते. खांचेची उलटी बाजू ही पिटिकेची मागील बाजू असें म्हणतां येईल. कारण त्या बाजूंत पिटिकेशीं केसराचा संबंध असतो. व खांचेकडील बाजूस तोंड म्हणतां येईल. कांहीं फुलांत हें तोंड फुलांचे आंतील बाजूस वळलें असतें. जसें, पाणकमळें, द्राक्षें, वगैरे. कांहीं फुलांत हें झाड बाहेर वळतें. जसें, नाकदूवणा, तरवार वगैरे.

वाटोळे, लांबट, रुंद, आंत बाहेर आलेले, तीरासारखे, काळिजासारखे, असे निरनिराळे आकार, पिटिकेंत आढळतात. केसराप्रमाणें पिटिकेसही उपांगें असतात. परागपिटिका दांडीशी कांहीं विशिष्ट प्रकारें जुडली असते. केसराचा संयोग परागपिटिकेच्या बुडाशीं असतो. जसें, वांगें वगैरे. अथवा सरळ वाढून परागपिटिकेचे दोन्ही कण त्यास सारखे चिकटतात. केसर अशा ठिकाणीं पिटिकेच्या कण्यांतून वाढतो, जसें, धोत्रा वगैरे. कांहीं ठिकाणीं पिटिकेच्या एका बाजूशीं त्याचा संबंध होऊन पिटिका इकडे तिकडे हालत राहते. तृण जातींत अशा प्रकारची पिटिका आढळते.

योग्य ऋतु प्राप्त झाला म्हणजे परागपिटिका आपोआप फुटून परागकण बाहेर पडतात. पिटिका फुटण्याची जागा म्हणजे ज्या ठिकाणीं खांच असते ती होय. तेथें ती जागा प्रथम फुटून खांचेचे भाग मागें वळतात. म्हणजे आपोआप आंत असलेले मोकळे कण बाहेर पडतात. कांहीं ठिकाणीं ही पराग-पिटिका फुटण्याची तऱ्हा सरळ व उभी असते. जसें, द्राक्षें, धोत्रा, वगैरे कधीं पिटिका उभी न फुटतां आडवी फुटते. जसें, कापूस, भेंडी, जासवंदी, अंबाडी वगैरे. तंबाखु, मिरची, वगैरे परागपिटिकेंत जागजागीं भोंकें पडून त्यांतून परागकण बाहेर गळतात.

केसर संयुक्त जरी असले, तथापि परागपिटिका स्वतंत्र असतात, अथवा केसरावर उपकेसर येऊन त्यावर पिटिका येतात. म्हणजे त्यांच्या संयोगाबरोबर परागपिटिकेचाही संयोग असावा असें नाहीं. झेंडू, सूर्यकमळ, कॉसमॉस, शेवंती वगैरे फुलांत परागपिटिका परस्पर संलग्न होऊन त्यांची एक नळी बनून त्यांतून परागवाहिनी (Snyne) बाहेर पडते. पण चमत्कार असा असतो कीं, बुडाकडे ते सुटे असतात व टोंकाकडे पिटिकेचा संयोग होत असतो.

पिटिकेंत असलेली पिंवळी भुकटी ही परागधूली होय. ह्या भुकटीचे शेंकडों कण प्रत्येक खान्यांत असतात. एक कण निराळा सूक्ष्मदर्शकयंत्रांत पाहावयाचा असल्यास प्रथम एका कांचेच्या भांड्यांत पाणी घेऊन त्यांत पुंकेसर हालवावेत, म्हणजे पाण्यामध्यें शेंकडों परागकण मिसळून जातात. नंतर कांच तुकड्यांवर ह्या पाण्याचा एक थेंब घ्यावा व त्यावर बेतानें कांच झांकणी ठेवावी. नंतर सूक्ष्मदर्शक यंत्राखालीं ठेवून वेध साधून पाहण्यास सुरुवात करावी. कण वाटोळा असून त्यावर दोन आवरणें दृष्टीस पडतात. बाह्य आवरण खरखरीत व चिंवट असतें. अंतर आवरण मऊ असतें. त्यामध्यें जीवनकण केंद्रबिंदु दिसतात. परागकण खरोखर एक सजीवपेशी आहे. बाह्य आवरण हें अंतर आवरणापासून उत्पन्न होतें. अंतर-आवरण हें पेशीचें सीमादर्शविणारें चिह्न असतें. बाह्य आवरण तेलट अगर चिकट असून त्याच आवरणांत परागाचे वेगवेगळे रंग आढळतात. नेहमींचा रंग म्हणजे पांढरा असतो. कधीं कधीं तांबडा, अस्मानी, पिंवळा, वगैरे इतर रंगही आढळतात.

बाह्य आवरण साधें असतें अथवा कधीं कधीं त्यापासून किरणासारखे सूक्ष्म भाग चोहोंकडे वाढतात. झेंडूचे परागकण सूर्यबिंबाप्रमाणें वाटोळे असून त्यापासून किरणेंही चोहोंकडे येतात; पण तेच वांग्यांतील परागकण साधे वाटोळे असतात. आवरणांवर रंध्रेंही आढळतात. रंध्रांची संख्या दोन अगर तीन असते. एकदल वनस्पतींत परागकणांवर एकच रंध्र असतें; पण द्विदल वनस्पतीमध्यें परागकणांवर तीन रंध्रें असतात. पाण्यांत उगवणाऱ्या फुलांत परागकणांस बाह्य आवरण नसतें.

वाटोळें, त्रिकोणाकृति, चौफुली, शंखाकारी, चक्राकारी, षट्कोनी, वगैरे शेंकडो आकार कणास येतात. शिंगाड्यामध्यें परागकण त्रिपेशी अगर चतुःपेशी आढळतात. तसेंच ह्या परागकणांवर कांहीं खांचाही असतात. सोनचाफा, पानकमळ वगैरे फुलांत परागकणांवर एक खांच असते. नाकदवण्यामध्यें परागकणांवर दोन खांचा; गुलाब, बदाम, वांगी, बटाटे वगैरेमध्यें तीन खांचा; तसेंच भोंकर, तुळस वगैरेमध्यें चार खांचा; अशा निरनिराळ्या खांचा निरनिराळ्या फुलांचे परागकणांवर असतात.

आवरणाचा खरखरीतपणा, त्यावर येणारे किरणासारखे फांटें, तसेंच त्यांचीं रंध्रें व त्यांवरील ओशटपणा, वगैरे गोष्टी अप्रत्यक्ष रीतीनें गर्भधारणेस

उपयोगी पडतात. कणाच्या ओशटपणामुळें एकदां कण परागवाहिनीस चिकटला म्हणजे पुनः निघून जाण्याची भीति नसते. तसेंच रंध्रें अगर खांचा असल्यामुळें परागकणांतून सजीव तत्त्वामुळें एक नळी तयार होते. ही नळी परागवाहिनींत वाढत जाऊन पुढील रस्ता सोपा व सुलभ होतो. परागकणाच्या खरखरीतपणामुळें किडे अगर फुलपांखरें जेव्हां फुलांवर बसतात, त्यावेळेस कण सहज चिकटून ते दुसऱ्या फुलाकडे नेले जातात. तेलकट व चिकटपणा अशा वेळेस फारच उपयोगी पडतो.

स्त्रीकोश—(Gynoecium) ह्या वर्तुळामध्यें बीजोत्पत्ति होते, म्हणूनच ज्या फुलांत ह्या वर्तुळाचा अभाव, त्यामध्यें बीजोत्पत्ति नाहीं. हें वर्तुळ नेहमीं फुलांतील मध्यभागीं असतें. ज्याप्रमाणें मुख्य राजासभोंवतीं परिवारगण संरक्षणाकरितां असतो, त्याप्रमाणें फुलांत हें वर्तुळ मुख्य असून चारी बाजूंनीं इतर परिवारगण वर्तुळांनीं संरक्षिलें जातें. बाह्यवर्तुळें झाल्यावर पुंकेसर वर्तुळरूपी चौकी लागते; मागाहून मुख्य राणीसाहेबांचा महाल लागतो. हें वर्तुळ सर्वांत नाजूक असून त्याचें कामही फार नाजूक असतें.

ह्या वर्तुळांत स्त्रीकेसरदल (Carpel), बीजाण्डें (Ovules), अण्डाशय (Ovary), परागवाहिनी (Style) व त्यावरील अग्र (Stigma) इतक्या गोष्टी लक्ष्यांत ठेविण्याजोग्या आहेत. स्त्रीकेसरदल (Carpel) म्हणजे अण्डाशयास आच्छादन करणारा पडदा होय. तसेंच स्त्रीकेसरदलाकडून जी परिवारित मध्य पोकळी बनते, त्यासच अण्डाशय (Ovary) म्हणतात. म्हणूनच जितकीं स्त्रीकेसरदलें असतात, तितकेच अण्डाशय असतात. प्राणिवर्गांत अण्डाशय एक अगर दोन असतात; पण वनस्पतिवर्गांत त्यांची संख्या स्त्रीकेसरदलांवर अवलंबून असते. नाळेस बीजाण्डें (Ovules) चिकटलेलीं असतात. स्त्रीकेसरदलाचें अग्रवाटून त्याची परागवाहिनी (Style) बनते, व तिचेंच टोंक पेल्यासारखें होतें. परागकण स्त्रीकेसराग्रांवर (Stigma) पडून परागवाहिनींतून रस्ता काढीत बीजाण्डाकडे जातात. पुष्कळ वेळां परागवाहिनी (Style) असत नाहीं.

स्त्रीकेसरदलांची संख्या वेगवेगळी असते. त्याचप्रमाणें स्त्रीकेसरदलें सुटीं अगर संयुक्त असतात. बाभूळ, भुयमूग, तूर, उडीद वगैरेमध्यें स्त्रीकेसरदल एक असतें. सूर्यकमळ, झेंडू, गहूं, बाजरी वगैरेमध्यें स्त्रीकेसरदलें दोन असून

तीं परस्पर संयुक्त असतात. कापूस, भेंडी, एरंडी, आंवळा, लिंबू, संत्र, वगैरे-मध्यें तीं दलें दोहोंहून अधिक आढळतात. हिरवा चाफा, गुलाब, अशोक वगैरेमध्यें हीं दलें अधिक असून, सुटीं असतात. म्हणून जेव्हां स्त्रीकेसरदल एकच असतें अथवा पुष्कळ दलें असून सर्व सुटीं असतात, त्यावेळीं अण्डाशय साधा समजतात; पण जेव्हां पुष्कळ स्त्रीकेसरदलें असून संयुक्त असतात त्यावेळीं, तो संयुक्त होतो. जसें-महाळुंग, काकडी वगैरे.

जेव्हां जण्डाशय एकदली असतो तेव्हां त्यास दोन बाज असतात. म्हणजे एक पोटाकडील बाजू व दुसरी पाठीकडील बाजू. जिकेडे स्त्रीकेसरदलाची मध्यशिर असते, ती पाठीकडील बाजू होते व जेथें त्या दलाचे किनारे एक-जागीं मिळतात, त्यास पोटाकडील बाजू म्हणतात. बीजाण्डें नेहमीं पोटाकडील बाजूसच आढळतात. जसें-वाटाणे, अळसुंदी, उडीद, वगैरे.

एकदली अण्डाशयांत बीजाण्ड एकच असतें असें नाहीं. नेहमीं एकापेक्षां अधिक बीजाण्डें असून त्यांपैकीं कांहीं बीजास्थिति पावतात व कांहीं नाहींशीं होतात. बीजस्थिति पावण्यास परागकणांची जरूरी असल्यामुळें, जेवढ्यांचा परागकणांशीं संयोग होतो, तेवढीं बीजस्थितीस पोहोंचतात.

स्त्रीकेसरदलांचा बुडीं जरी संयोग झाला असला, तथापि त्यावरील परागवाहिन्या परस्पर संलग्न असतात असें नाहीं. जसें, सताप वगैरे. जासवंदीमध्यें त्यांचीं अग्रें सुटीं असून खालील दलें परस्पर संयुक्त असतात. तुळसीच्या वर्गांत वर, परागवाहिनी (Style) संयुक्त असून खालीं दलें वेगळीं असतात. कांहीं ठिकाणीं खालीं दलें सुटीं असून अग्रेंही सुटीं असतात; पण मध्यभागीं संयोग होतो. जसें, भोंकर, गोंन्नि वगैरे. साधारणपणें दलें संयुक्त असून वर परागवाहिन्या संयुक्त असोत अगर नसोत, तथापि त्या अण्डाशयास संयुक्त म्हणण्यास हरकत नाहीं.

ज्याप्रमाणें एका स्त्रीकेसरदलांत एकच बीज असावें असा नियम नाहीं, त्याचप्रमाणें एका अण्डाशयास एकच खण अगर कप्पा असावा असाही नियम नाहीं. बाभुळीमध्यें स्त्रीकेसरदल एकच असतें, पण फळ पाहिलें असतां त्यामध्यें पुष्कळ खण आढळतात. बाहव्यामध्यें अशाच प्रकारचा एकदली अण्डाशय असून पुढें त्याचे विभाग पुष्कळ होतात. दलाच्या बाजूपासून, फळ वाढत असतांना पडदे निघून पुष्कळ खण अगर विभाग उत्पन्न होतात.

ओंव्याचे फुलांत स्त्रीकेसरदलें दोन असून पुढें अण्डाशयांत चार खण उत्पन्न होतात. प्रत्येक दलांत मध्यभागीं पडदा येऊन, प्रत्येकाचे दोन विभाग होतात. आतां ही गोष्ट खरी कीं, गर्भधारणा झाल्यानंतर गर्भ वाढत असतांना पुष्कळ फरक होत असतात, व त्या घडामोडींत दलांत कमी–अधिक खण अगर कप्पे तयार होतात. कित्येकवेळां प्रथम जरी ज्यास्त दलें असलीं, तरी फळामध्यें तितकींच दलें आढळतील असें नाहीं. जसें–गहूं, झेंडू, वगैरे. म्हणूनच प्रथम अण्डाशयांत ज्या गोष्टी आढळतात, त्या पुढें कायम राहतात असें नाहीं.

अण्डाशय बहुतकरून पुष्पाधारांवर असतो. त्याचा संयोग पुष्पकोशाशीं झाला असतां त्यास अधःस्थ म्हणतात. तसेंच तो मोकळा व सुटा असला तर त्यास उच्चस्थ म्हणतात, हें मागें सांगितलेंच आहे. पाकळ्या अगर पुंकेसर-दलें ह्यांस पानासारखें कधीं कधीं देंठ असतात. विशेषें करून अण्डाशयास कधीं त्या प्रकारचे देंठ आढळत नाहींत; पण ह्या गोष्टीसही अपवाद आहेत. जसें–तिळवण वगैरे. पुष्पाधाराचीच अधिक वाढ होऊन अण्डाशयास देंठ उत्पन्न होतो.

सुट्या स्त्रीकेसरदलांची संख्या सहज मोजितां येते, पण संयुक्त अण्डाशयांत दलें किती आहेत, हें सहज कळत नाहीं. शिवाय फळ पूर्ण वाढलें असतां निरनिराळे खण उत्पन्न झाल्यामुळें केवळ खणांवरून त्यांची संख्या ठरविणें योग्य होणार नाहीं. परागवाहिन्या अगर त्यांचीं अग्रें ह्यांवरून दलांची संख्या समजणें सुलभ असतें. कारण तीं म्हणजे दलांचीं वाढतीं टोकें होत. म्हणून जितकी त्यांची संख्या असते, तितकीं दलें असतात. जेव्हां परागवाहिनी संयुक्त असते त्यावेळेस त्यांचीं अग्रें मोजून दलांची संख्या मोजितां येते.

अण्डाशयांत ज्या भागास बीजाण्डें चिकटलीं असतात, त्या भागास नाळ असें म्हणतात. एकदली तसेंच बहुदली अण्डाशयांत नाळेची मांडणी वेगवेगळ्या प्रकारची असते. एकदली अण्डाशयांत नाळ बाजूकडे असते. त्यासच बीजें चिकटलीं असतात. पावट्याची शेंग सोलून पोटाकडील भागाकडे असणारी नाळ तसेंच त्यापासून उत्पन्न झालेलीं बीजें पहावींत. येथें स्त्रीकेसर दलाचे दोन्ही किनारे एकेजागीं चिकटून त्यापासून दोरीप्रमाणें जाड भाग बनतो, व त्या जाड भागास नाळ अशी संज्ञा असते. गर्भ वाढत असतांना गर्भास लागणारा पौष्टिक अन्नाचा ओघ नाळेंतूनच जात असतो. किनाऱ्याकडे असणारी नाळ

मूग, उडीद, वाटाणे, भुयमूग, हरभरे, वगैरेमध्यें आढळते. जेव्हां अण्डाशय बहुदली असून प्रत्येक दल सुटें अगर मोकळें असेल, तर एकदली अण्डाशयाप्रमाणेंच नाळेची व्यवस्था आढळते; पण जेव्हां तो बहुदली तसेंच संयुक्त असतो, त्यावेळेस मात्र नाळेची व्यवस्था वेगळी असते. लिंबू, संत्रा, धोत्रा, कापूस, भेंडी, वगैरेमध्यें तो संयुक्त व बहुदली आहे.

दलाचे दोन्ही पडदे मध्यभागीं जमत जाऊन त्यांचा एक कणा बनून त्यासच बीजें चिकटलेलीं आढळतात. म्हणजे येथें नाळेची व्यवस्था जणुं चक्रांतील कण्याप्रमाणें असून त्यापासून बीजें उत्पन्न होतात. जेव्हां संयुक्त अण्डाशय बहुदली असुन फक्त त्याचा एक खण असतो, अशा वेळेस बीजें किनाऱ्याकडेच आढळतात, व नाळेचा भाग मध्यभागापर्यंत न पोहोंचतां बाहेर बाहेर असतो. अशा प्रकारचीं उदाहणें पेरू, मटलाई, काकडी, भोंपळा, मोहरी, शिरस, मुळे, वगैरे आहेत. कांहीं वेळां फळ वाढूं लागलें असतां नाळ मऊ होऊन बीजें त्यापासून वेगळीं होतात. अगर नाळेंतील पेशी मांसल होऊन फळाचा गीर बनतो. पेरूमध्यें नाळेचा गीर होऊन बीजें सर्व फळभर पसरून जातात. टोमॅटो, वांगीं, वगैरे मध्यें हीच स्थिति आढळते.

चंदन, पपया, पिंक वगैरेमध्यें अण्डाशय वाढूं लागला म्हणजे दलाचे मध्य पडदे अगर दांते गळून, बीजाण्डें अगर बीजें मध्यभागीं सुटीं व मोकळीं होतात. त्यांचा संबंध कोणत्याही प्रकारें दलाशीं न राहतां केवळ पुष्पधारावरच तीं अवलंबून असतात. पुष्कळ शास्त्रज्ञांचीं ह्याविषयीं भिन्न भिन्न मतें आहेत. कोणी म्हणतात कीं, प्रथम बीजाण्डाचा दलाशीं संबंध असून पुढें तो संबंध आपोआप गळून जातो. व तीं मध्यभागीं मोकळीं होतात. कोणी म्हणतात कीं, प्रथमपासूनच त्यांचा संबंध स्त्रीकेसरदलांशीं नसून पुष्पाधारापासूनच अण्डाशयांत तीं उत्पन्न होतात. अशा ठिकाणीं पुष्पाधारच नाळेचें काम देत असतो, अथवा नाळ बनतो, असें म्हटलें असतां चालेल. कोणत्याही मताप्रमाणें मध्यभागीं सुटीं अण्डें असतात, ही गोष्ट खरी; मग त्यांचा उगम कसाही असो. कधीं कधीं बीजें अव्यवस्थितपणें बहुतेक सर्व अण्डाशयभर पसरतात. कमळामध्यें बीजें अण्डाशय-पडद्यासच चिकटलीं असतात. कधीं कधीं दलांच्या पाठीकडील भागीं बीजें येतात, म्हणजे पाठीकडील भागीं नाळ असते. खरोखर अशीं उदाहरणें अपवाददर्शक आहेत.

परागवाहिनी (style) जाड अथवा बारीक, लांब अगर आंखूड, केंसाळ अथवा केंसविरहित असते. गर्भधारणापूर्ण झाल्यावर ती गळून जाते, पण फळावर तिचें चिह्न नेहमीं राहतें. तिजवरील केस परागकण गोळा करण्यास उपयोगी पडतात. झेंडूच्या फुलांत ती प्रथम आंखूड असून तिच्या सभोंवतीं पूंकेसरदलांच्या परागपीटिकेची नळी बनते. पण पुढें ती वाढत वाढत त्या नळींतून बाहेर पडते. बाहेर पडतांना तिजवरील केंसपीटिकें-तील परागकण चिकटून राहतात, व पुढें त्यांचा गर्भधारणेस उपयोग होतो. कधीं कधीं ही अण्डाशयाचे टोंकापासून न वाढतां बाजूकडून वाढते. त्या वेळेस तिचा उगम जणूं पुष्पाधारापासून झाला आहे कीं काय, असें वाटण्याचा संभव आहे. जसें, सब्जा, कर्पूरी, तुळस, भोंकर, वगैरे.

परागवाहिनीपेक्षां तिचें अग्र महत्त्वाचें असतें. त्याचा आकार परागकण बरोबर पकडले जाऊन व्यवस्थितपणें आंत नेण्यास योग्य असतो. पेल्यासारखा, केंसाच्या पुंजक्यासारखा, केंसाळ टोपीसारखा, साध्या टोपीसारखा, वगैरे आकार अग्रास येतात. ही अग्राची बाजू चिकट असते. त्यामुळें परागकण पडले म्हणजे वाऱ्यानें उडून न जातां त्यावर घट्ट चिकटून बसतात. केंसांचाही ह्याच प्रकारचा उपयोग असतो. एकदां केसांत कण अडकले असतां सहसा सुटून जाणें शक्य नसतें. कांहीं ठिकाणीं लांब परागवाहिनी नसून केवळ हें अग्रच असतें. परागवाहिनीची फारशी आवश्यकता आहे असें नाहीं. परागवा-हिनी म्हणजे अण्डाशयांत सरळ जाण्याचा परागणकणांचा रस्ता होय. अण्डा-शयावर हें स्त्रीकेसराग्र (Stigma) मात्र असलें पाहिजे. तें जर नसेल तर मात्र परागणक पकडतां येणार नाहींत; व परागकणांचा उपयोग न होतां वृथा ते गळून वायां जातील. हा परागकण पकडण्याचा सांपळा प्रत्येक अण्डाशयांवर असतो. सांपळ्याशिवाय परागकण आंत शिरणार नाहींत, व परागकणांशिवाय बीजाण्डाचें बीज तयार होणें अशक्य आहे.

बहुदलधान्यवनस्पतींत मात्र अण्डाशय चोहों बाजूंनीं आच्छादित नसून बीजाण्डें त्या दलावर उघडीं असतात. अशा ठिकाणीं वाऱ्यानें परागकण तेथें पोहोंचून त्याचा उपयोग होतो. असल्या फुलांत परगवाहिनी अथवा परागकण पकडण्याकरितां जरूर लागणारा सांपळा असत नाहीं. पण तो उघडा असल्या-मुळें पराग आंत येऊं शकतात.

प्रकरण २० वें.

बीजाण्ड व गर्भधारणा.

अण्डाशयामध्यें बीजाण्डें (Ovules) नाळेशीं (Placenta) चिकटलीं असतात. ज्या प्रकारचा परागपीटिकेचा व परागकणांचा संबंध असतो, तोच संबंध नाळ व अण्डें ह्यामध्यें असतो. परागकणांमध्यें पुरुषतत्त्वजननपेशी, (Male spore) तसेंच बीजाण्डामध्यें स्त्रीजननपेशी (Female Spore) असतात. क्षुद्रवर्गामध्यें सुद्धां अशाच प्रकारच्या जननपेशी असून त्यांपासूनच उत्पत्ति होत असते. प्रत्येक जननपेशीस स्वतंत्र वाढ करण्याची शक्ति असून ती उच्चवर्गांमध्यें फार अस्पष्ट अगर बहुतेक गुप्त असते असें म्हटलें असतां चालेल. क्षुद्रवर्गांमध्यें पुष्कळ वेळां सर्व वनस्पतिशरीर असल्या जनन-पेशीपासून उत्पन्न होतें. पुढें एखादे वेळीं पुनः त्या प्रकारच्या दोन्ही जननपेशी उत्पन्न होऊन परस्परसंयोग पावून गर्भधारणा होते. गर्भधारणेमुळें त्यांचें विशिष्ट बीज तयार होतें. उच्च वर्गांमध्यें जननपेशींची (Spore) स्वतंत्र-पणें उगवण्याची शक्ति नष्टप्राय असल्यामुळें परस्परसंयोग होऊन बीजोत्पादन करणें भाग असतें. बीजापासून वृक्ष तयार झाल्यावर पुनः फुलें येऊन त्यामध्यें पूर्वीसारख्या जननपेशी उत्पन्न होतात, व त्या जननपेशींचा संयोग होऊन पुनः बीजोत्पत्ति होते. येणेंप्रमाणें हें रहाटगाडगें चाललें असतें. कारण जननपेशींपासून वनस्पतिशरीर वाढून पुनः त्यावर पुरुष व स्त्रीव्यंजक निराळ्या जननपेशी उत्पन्न होऊन त्यांचा परस्पर संयोग होतो, व त्या संयोगामुळें गर्भ-धारणा घडून बीज उत्पन्न होतें. हें बीज योग्य परिस्थितीमध्यें वाढून पूर्वी-प्रमाणें वनस्पतिशरीर तयार होतें, व त्यावर पुनः पूर्वीप्रमाणें जननपेशी उत्पन्न होतात. मात्र क्षुद्रवर्गांमध्यें पुष्कळ वेळां पुष्कळ दिवस स्त्री-पुरुष संयोगा-शिवाय जननपेशी स्वतंत्रपणें वनस्पतीची वाढ करितात, हाच काय तो मुख्य फरक असतो.

बीजाण्डः—हें वाटोळें असून त्यावर एक रंध्र (Micropyle) असतें, हें रंध्र परागकण आंत शिरण्यास उपयोगीं पडतें. ह्यासही परागकणाप्रमाणें दोन

संरक्षक आवरणें असतात. आवरणानंतर आंतील भागीं खोबऱ्यासारखा पोषक बलक (Nucellus) असून त्या बलकांत गर्भकोश (Embryo-Sac) वाढत असतो. केवळ हा बलक संपेपर्यंत तो वाढतो असें नाहीं, तर कधीं कधीं बाह्य आवरणापर्यंत त्याची वाढ होते. कोशांत एक केंद्र असून त्यापासून गर्भधारणा होण्याचे पूर्वी आठ केंद्रें उत्पन्न होतात. मध्यभागीं दोन केंद्रें एकमेकांशीं मिलाफ पावून त्याचें एकच केंद्र होतें. हें केंद्र पहिल्या केंद्रापासून ओळखण्याकरितां त्यास द्वितीयक केंद्र म्हणतात. उरलेल्या सहा केंद्रांपैकीं तीन केंद्रें वरील बाजूकडे व तीन केंद्रें खालील बाजूकडे जातात. खालील भागीं असणारीं केंद्रें गर्भधारणक्रियेस उपयोगीं पडत नाहींत. मध्यभागीं असणारें द्वितीयक केंद्र (Secondary Nucleus) ही ह्याच प्रकारचें असतें. मात्र वरील तीन केंद्रांपैकीं, एक गर्भाण्ड (Egg-cell) असून दोन त्यास मदत करणारीं असतात. म्हणजे गर्भकोशांतील सर्व केंद्रांमध्यें एक गर्भाण्डच मुख्य असून ह्यांत खरें स्त्रीतत्त्व असतें. ह्याच तत्त्वाचा पुरुषतत्त्वाशीं मिलाफ होऊन बीजोत्पादन होत असतें. तूर्त आपण अण्डाच्या बाह्यांगाचें वर्णनाकडेच वळूं. मागाहून पुनः गर्भधारणेचा विचार करण्यांत येईल.

बीजाण्डाचीं दोन्ही आवरणें एकाच जागीं परस्पर संलग्न झालीं असतात. तेथूनच नाळेंतून येणारें पोषक अन्न गर्भकोशांत अगर आंतील बलकाकडे पोहोंचविलें जातें. निरनिराळ्या फुलांतील बीजाण्डांत रंध्र व अन्न येण्याची जागा वेगवेगळी असते. कुटूच्या फुलांत रंध्र अग्रांकडे असून बुडाकडे ही जागा असते. तसेंच नाळेशी संबंध दाखविणारी खूण रंध्राजवळ असते. मुळे, मोहरी, आळीव, वगैरे फुलांतील अण्डांत रंध्र, नळीची खूण, व आवरणांची संयुक्तजागा हीं तिन्हीं जवळ जवळ असतात. जासवंद, भेंडी, कापूस, वगैरेमध्यें अशाच प्रकारची रचना असते. कांहींमध्यें रंध्र व नाळेची खूण, एका बाजूस असून दुसऱ्या बाजूस आवरण–संयुक्तजागा असते. असलीं अण्डें पुष्कळ फुलांत आढळतात. जसें:-काकडी, खिरे, सफरचंद वगैरे.

अण्डाशयांत बीजाण्डांची संख्या अमूकच असते, असें कांहीं निश्चित नाहीं. एकापासून पुष्कळ अण्डें एका अण्डाशयांत असूं शकतात. झेंडू, सूर्यकमळ, झिनिया, करडे वगैरे फुलांतील स्त्रीकेसरदलांत एकच बीजाण्ड असतें. धने,

ओवा, सोपा, जिरें वगैरेमध्यें अण्डें दोन असतात. कापूस, वांगें, पेरू, टोमॅटो, मिरच्या वगैरे फुलांत तीं पुष्कळ असतात. जितक्या अण्डास परागकण मिळतात, तितकींच बीजें होतात. पुष्कळ परागकण वायां जाण्याचा संभव असतो, म्हणून त्यांची संख्या अधिक करण्याची नैसर्गिक तजवीज असते.

जेव्हां अण्डाशयांत एकच अण्ड असतें तेव्हां तें बुडास चिकटून सरळ उभें असतें. जेव्हां तीं दोन असतात त्यावेळेस तीं परस्पर संलग्न होतात. पण अधिक संख्या असतांना, नाळेच्या कमी अधिक जाडीवर तसेच अण्डाशयाच्या लहान मोठ्या पोकळीवर त्यांची रचना पुष्कळ अंशीं अवलंबून असते. मोहरी, वाल, अळशुंदी वाटाणे वगैरेमध्यें अण्डाशय दीर्घ असल्यामुळें अण्डें एकाजागीं गर्दी न करितां वेगवेगळीं राहतात. अण्डाशय लहान असून त्यांची संख्या पुष्कळ असेल तर तीं परस्पर खेचून राहतात. आतां आपण गर्भधारणेकडे वळूं.

गर्भधारणा:—परागकण परागवाहिनीवर पडल्यावर आंत वाढूं लागतो, व त्याची एक लांब नळी बनते. ही नळी परागवाहिनींतून अण्डाशयांत शिरते व तेथून मार्ग शोधीत बीजाण्डापाशीं येते. अण्डावरील रंध्र ह्यावेळीं आयते उपयोगीं पडून त्यांतून ती नळी घुसत गर्भकोशांत (embryose) शिरते. पूर्वीं सांगितल्याप्रमाणें गर्भकोशांत मुख्यकेंद्राचे आठ भाग होऊन तीन अग्राकडे, तीन बुडाकडे व दोन मध्यभागीं जातात. पैकीं मध्यभागीं दोन्हीचे एकच द्वितीयक केंद्र बनते, व खालील केंद्रें गर्भक्रियेस उपयोगीं नसून वरील उरलेल्या तिन्ही पैकीं एक गर्भाण्ड म्हणून जें असतें, तेंच मुख्य पुरुष-तत्त्वांशीं मिळणारें केंद्र आहे. परागनळींत असणाऱ्या पुंतत्त्व केंद्राचे दोन भाग होऊन एक भाग वरील दोन केंद्रांतून गर्भाण्डाकडे जातो. त्या दोन केंद्रांत कांहीं आकर्षण द्रव्य असल्यामुळें त्यांतून तें पुंतत्त्वकेंद्र प्रथम शिरून नंतर गर्भाण्डाशीं भिडतें. गर्भाण्डांत, तयार असणारें स्त्रीतत्त्वकेंद्र हें नवीन आलेलें पुरुषतत्त्वकेंद्र ह्या दोन्हींचा एक मिलाफ होऊन दोन्ही एकजीव होतात. ह्या क्रियेस गर्भधारणा (Fertilisation) असें म्हणतात. पुंतत्त्व केंद्राचा दुसरा भाग खालीं सरकत द्वितीयक केंद्राकडे (Secondary nucleus) येऊन त्याशीं मिलाफ पावतो. म्हणजे ह्या ठिकाणीं तीन केंद्रांचें एकीकरण होतें. ह्या एकीकृत केंद्रापासून पुढें पोषक द्रव्य उत्पन्न होतें. ह्या द्रव्यावर गर्भ वाढूं लागतो.

गर्भधारण झाल्याबरोबर गर्भाची वाढ होण्यास सुरुवात होते. पहिली गोष्ट म्हणजे आतांपर्यंत गर्भाण्डावर नसलेली पेशीभित्तिका उत्पन्न होते. साध्या पेशीस भित्तिका असतात, पण गर्भकोशांतील (Embryo-sae) तसेंच परागकण नळीमध्यें असणाऱ्या जनन--पेशीस भित्तिका नसतात. जेव्हां स्त्रीतत्त्व व पुरुषतत्त्व–केंद्राच्या मिळाफ होतो, त्यावेळेस तीं परस्पर एकजीव होतात. भित्तिका जर जनन–पेशीवर असती, तर मिळाफ होण्यास अडचण पडती, म्हणूनच ही नैसर्गिक व्यवस्था गर्भक्रिया सुलभ–रीतीनें घडवून आणण्यास जास्त उपयोगीं पडते. पेशीचे विभाग होणें हें आंतील सर्व चैतन्यशक्तीवर अवलंबून असतें. आतां ती पेशी गर्भाण्ड केवळ न राहतां गर्भ अगर बीज-स्थितीस पोहोंचली असते. तो गर्भ द्विधा होऊन त्याचे दोन भाग होतात. त्या दोन्ही भागांचे पुनः दोन दोन विभाग होतात, म्हणजे त्याचे भाग चार होतात. आठ आठाचे सोळा या प्रमाणें नवीन नवीन पेशी तयार होत जातात. प्रथम द्विधा झालेल्या भागांपैकीं खालील भाग जास्त मोठा होत असतो, व वरील भाग लांबट वाढतो. या रीतीनें गर्भाची वाढ होत असतां मध्य भागीं असणारें पोषक केंद्रही द्विधा होत असतें. विभाग होतां होतां पुष्कळ पेशी उत्पन्न होऊन त्या पोषक अन्नांनीं भरत असतात. वाढत्या गर्भाकरितां पोषक अन्नाचा सांठासुद्धां प्राथमिकस्थितींत तयार असतो.

बीजदलें (Cotyledons) आदिमूळ (Radicle) प्रथम खोड (Plumule) हीं खालील वाटोळ्या पेशीसमुच्चयापासून तयार होतात. वरील पेशींपासून आदिमुळांचा कांहीं भाग तयार होतो, जसें अग्र.

ही गर्भाची वाढ द्विदल–धान्य–वनस्पतींत आढळते; पण एकदल–धान्य वनस्पतींत वरील लांबट पेशीसमुच्चयापासून गर्भाचा बहुतेक भाग तयार होऊन खालील पेशीसमुच्चयापासून एकच पण मोठें बीजदल बनतें. आदिमूल व प्रथम खोड हीं एका बाजूकडे असतात. प्रत्येक गर्भाभोंवती मग तो गर्भ एकदल वनस्पतींपैकीं असो अगर द्विदल वर्गापैकीं असो, तथापि हा प्राथमिक अन्नाचा सांठा असतोच. द्विदलगर्भांतील पण पुष्कळ बीजांत तो अन्नाचा सांठा बाहेर न राहतां आंत शोषिला जाऊन गर्भामध्यें समाविष्ट होतो. गर्भाचीं दलें मोठीं वाढून सात्त्विक अन्नामुळें तीं फुगतात. ह्यांसही अपवाद असतात, जसें,

एरंडी, गाजर, वगैरे. एरंडीमध्यें दलें पातळ असून गर्भाभोंवती अन्नाचा सांठा असतो. एकदल वनस्पतींत अन्नांचा सांठा एका बाजूस असून गर्भही एका बाजूस असतो. एकदल वनस्पतींत सर्व पोषक अन्नाचा सांठा गर्भ वाढत असतां शोषिला जात नाहीं. जसें-गहूं, बाजरी कांदा, लसूण इत्यादि. मागें आपण मक्याच्या दाण्याचें परीक्षण केलें आहेच. तो एकदल वर्गापैकीं असून त्यांत पोषक अन्नाचा सांठा एका बाजूस असतो. आर्किडमध्यें बीज एकदल वर्गापैकीं असून अन्नांचा सांठा गर्भाभोंवतीं न राहतां आंत शोषिला असतो. ह्या बाबतींत तो द्विदल वर्गासारखा असतो. मगजवेष्टित (Abuminous) बीजें म्हणून मागें सांगण्यांत आलें आहे, त्यांचा उगम ह्याच अन्नाच्या साठ्यांपासून असतो. गर्भ पक्व होऊं लागला म्हणजे, अण्डावरील बाह्य आवरणें वाळून तींच बीजावरील फोल अगर गर्भकवची (Testa) बनते. येणेप्रमाणें गर्भअण्डापासून बीजोत्पत्ति होते. खरोखर बीज म्हणजे पक्व झालेलें गर्भीकृत गर्भाण्ड होय. ह्यांत गर्भ असल्यामुळें हा बाल रोपा आहे.

येथें एक गोष्ट सांगणें जरूर आहे कीं, बीजाण्डावरील छिद्र (Micropyle) नेहमीं परागनळीस आंत शिरण्यास उपयोगीं पडतें, असें नाहीं. बीजाण्डांतील दोन्ही पडदे व गर्भकोशा भोंवती असलेला पोषक वलक, ह्यांचा एकाच जागीं निकट संबंध येऊन त्या जागेंतून (chalaza) गर्भास पोषक द्रव्यें बाहेरून पोंचविलीं जातात. ही जागा नेहमीं अण्डाच्या बुडाशीं असते. अग्राकडील छिद्राचा उपयोग जेव्हां परागकण नळीस होत नाहीं, त्या वेळेस ह्या बुडाकडील बाजूंतून (chalaza) परागकण नळी आंत शिरते. कॅसॲरिना (Casuarina) नांवाच्या झाडावर केवळ स्त्रीकेसर अगर केवळ पुंकेसर फुलें असून स्त्रीकेसर फुलांतील अण्डाशयांवर परागकण पडतात, तेव्हां परागकणांची नळी नाळेंतून वाढत वाढत बीजाण्डाच्या खालील बुडांतून वर शिरत जाते. तेथूनच पुढें सरकत सरकत गर्भकोशांत जाऊन आंतील गर्भाण्डास (Egg-cell) पूर्वीप्रमाणें गर्भीकृत करितें. नळींतून येणाऱ्या पुंतत्त्व पेशीचे दोन विभाग होऊन एक भाग गर्भाण्डाशीं एकजीव होतो. एकजीव होणें म्हणजे गर्भधारणा होणें. अशाच प्रकारचीं उदाहरणें पुष्कळ आढळतात. पूर्वी पुष्कळ दिवस असा समज असें कीं, पराग-नळी केवळ छिद्रांतूनच बीजाण्डांत शिरते व त्यास दुसरा मार्ग बिलकूल

नाहीं. पण अलीकडील शोधांतीं असें ठरत आहे कीं, अग्ररंध्रच परागकणाच्या आंत शिरण्याचा रस्ता, असें नसून इतर भागांतूनही परागकण शिरूं शकतो. रंध्रांतून परागकण शिरला म्हणजे त्यास वरून खालीं यावें लागतें; पण रंध्रांतून न शिरतां तो बीजाण्डाचे बुडाकडून शिरतो, तेव्हां प्रथम तो खालीं येऊन नंतर पुनः वर जातो, एवढाच काय तो फरक.

बहुदलधान्य-वनस्पतींत बीजाण्डांची गर्भधारणा मुख्य बाबतींत वरीलप्रमाणें असते. बहुदलधान्य-वनस्पतींत अण्डाशय पूर्ण झांकलेला नसून बीजाण्डें दलावर उघडीं असतात. पुंकेसरापासून परागकण गळं लागले असतां, परागवाहिनी नसल्यामुळें ते परागकण पुष्कळ वाया जाण्याचा संभव आहे. बीजाण्डें दलावर उघडीं असल्यामुळें त्यावरील रंध्र परागकण पकडण्यास उपयोगीं पडतें. परागकण वाऱ्यानें रंध्रापाशीं नेले जातात. रंध्रावर डिंकासारखा एक बिंदु असतो. त्यामुळें परागकण तेथें चिकटून राहतात. जेव्हां तो चिकट बिंदु वाळूं लागतो, तेव्हां परागकणही रंध्रामध्यें संकुचित होतात. रंध्रांत शिरल्यावर परागकणांच्या लांब नळ्या बनतात. परागकण गळण्याचे दिवसांत हे रंध्र मोठे व रुंद होऊन रंध्रावर डिंकाचे बिंदु चमकत असतात. पुष्कळ वेळां हे बिंदु दंवाचे बिंदु असावेत, असा समज होण्याचा संभव आहे, पण हे दंवाचे बिंदु नसून परागकण पकडण्याकरितां ही नैसर्गिक व्यवस्था असते. त्या व्यवस्थेशिवाय परागकण सहसा पकडले जाणार नाहींत व पुढील बीजही त्यापासून तयार होणें शक्य नसतें. तो बिंदु गळूं लागला म्हणजे परागकण रंध्रांत अडकला जाऊन पुनः बाहेर जाईल अशी भीति नसते. परागकण रंध्रांत सांपडला म्हणजे लागलीच गर्भधारणेस सुरवात होते, असें नाहीं. कित्येक वेळां ते परागकण सहा सहा महिने आंत राहूं शकतात. तोंपावेतों बीजाण्डांतही फरक होत असून आंतील गर्भाण्ड पक्वदशेंत येत असतें. पक्वदशा आल्यावर गर्भधारणेस उशीर लागत नाहीं. रंध्रांत सांपडल्यावर परागकणाचे वेगवेगळे विभाग होतात. पैकीं कांहीं विभाग लहान व कांहीं मोठे असतात. लहान भागांपैकीं एक भाग पुंतत्वजननपेशी असतो. मोठ्या भागापासून परागनळी उत्पन्न होऊन त्यांतून जननपेशी जातांना तिचे दोन भाग होऊन एकच भाग गर्भधारणक्रिया उरकतो. ज्युनिअरमध्यें ते द्विधा होणारे दोन्ही भाग गर्भधारणेस उपयोगीं पडतात. एवढेंच नव्हे तर जास्त जरूरी असेल तर

पुनः त्याचे अधिक विभाग होऊन उरलेल्या सर्व गर्भाण्डास गर्भीकृत करितात. सुरूचे झाडांत पुष्कळ गर्भाण्डें एका ठिकाणीं गर्भकोशांत जमून ती परागकणांची वाढ पहात असतात. अशावेळेस परागनळींतून जी जननपेशी येते, तिचे प्रथम विभाग न होतां त्या नळीचे टोंकास पुष्कळ लहान नळ्या उत्पन्न होतात. नंतर त्या जननपेशीपासून जितक्या जननपेशीची जरूरी असेल तितक्या जननपेशी उत्पन्न होऊन त्या लहान लहान नळ्यांतून एक एक पेशी प्रत्येक गर्भाण्डाकडे जाऊन त्यांचा मिलाफ होतो, व गर्भधारणा परिपूर्ण होते. देवद्वार, पाईन, वगैरेमध्यें प्रथमपासूनच परागकणापासून निराळ्या नळ्या उत्पन्न होऊन प्रत्येक गर्भाण्डाजवळ भिडते, व त्यांतूनच जननपेशी बाहेर येऊन त्या गर्भाण्डाशीं एकजीव होते. एकजीव झाल्यावर गर्भधारणा परिपूर्ण झाली, असें समजावें.

ह्याठिकाणीं एक गोष्ट लक्ष्यांत ठेविण्यासारखी आहे कीं, जरी निरनिराळ्या परागकण नळ्या असतात, तरी गर्भाण्ड व नळी ह्यामध्यें थोडें अंतर राहतें. ह्या मध्यभागीं पाण्यासारखा पातळ रस असल्यानें जननपेशीस पोहून गर्भाण्डाकडे जावें लागतें. पोहण्यास सुलभ व्हावें म्हणून पेशींत थोडी वल्ह्यासारखीं व्यवस्था असते. खरोखर क्षुद्रवर्गात ह्याच प्रकारची व्यवस्था आढळते. त्यामध्यें पुरुषतत्त्वाचा स्त्रीतत्त्वांशीं मिलाफ होण्यास पुरुषजननपेशीस अशाच प्रकारें पाण्यांतून पोहून जावें लागतें. क्षुद्रवर्गासंबंधानें तूर्त आम्ही जास्त विचार करीत नाहीं, तथापि बहुदलधान्य वनस्पतींत व क्षुद्रवर्गात गर्भाधारणेंसंबंधीं व्यवस्था कांहीं बाबतींत अगदीं सारखी असते, ह्यांत संशय नाहीं. म्हणूनच बहुदलधान्यवर्ग हा उच्च पुष्पवर्ग व क्षुद्रवर्ग ह्या दोहोंमधील मध्यम वर्ग आहे, अथवा उच्च पुष्पवर्ग व क्षुद्रवर्ग ह्या दोहोंस जोडणारा सांखळीचा मध्य दुवा आहे, असें म्हणण्यास हरकत नाहीं.

गर्भधारणा घडून येण्यांत किती गोष्टी घडतात, व कोणतें फरक होतात, ह्याचा विचार वर झालाच आहे. परागकण कशा रीतीनें परागवाहिनींतून आंत घुसतात. पुंतत्त्व- बिंदूचे कसे विभाग होतात व गर्भकोशांत शिरल्यावर गर्भाण्डांशीं त्याचा कसा मिलाफ होतो; वाटेंत असणाऱ्या दोन केंद्रांकडून तो पुंतत्त्वबिंदु कसा आकर्षिला जातो व पुढें त्यांमधून गर्भाण्डास कसा

मिळतो, तसेंच, पुंतत्त्वबिंदूचा दुसरा भाग मध्यभागीं असणाऱ्या द्वितीय केंद्राशीं (Secondary nucleus) मिळून त्याचें कसें पोषक केंद्र उत्पन्न होतें, वगैरे गोष्टी आम्हीं वर्णन केलेल्या आहेत. शिवाय गर्भधारणा झाल्यावर पांकळ्या, पुंकेसर दलें, वगैरे आपोआप वाळून गळूं लागतात, व गर्भ जोरानें वाढूं लागतो. बीजदलें (Cotyledons) गर्भासंभोवती असणाऱ्या अन्नाचें शोषण करूं लागतात. जेथें पूर्ण शोषण होतें, तेथें गर्भासभोंवतीं अन्नाचें आवरण रहात नाहीं. पोषक अन्नें दलांस सांठविल्यामुळें दलें मोठीं होतात, अगर मांसल बनतात. जेथें पूर्ण शोषण होत नाहीं, तेथें दलें लहान व पातळ राहतात. अन्नाचें आवरण गर्भाच बाह्यांगीं राहतें; ही गोष्ट खरी कीं, अन्न शोषण होणें जरूर आहे. मग तें शोषण गर्भ वाढून बीजदलें पक्क होत असतांना होवो, अथवा बीजें जनन होत असतां दलांकडून मगज वेष्टणांतील अन्नाचें शोषण मागाहून होवो. ह्या अन्नाचा उपयोग बीजास जनन (Germination) होण्याचे वेळीं व्हावा अशी नैसर्गिक तरतूद असते, पण उपयोग होण्यास त्या अन्नाचें अंतरशोषण होणें अशक्य असतें. ही तरतूद नसती तर बीज रुजून वाढलें नसतें.

प्रकरण २१ वें.

उपपुष्पपत्रें (Bracts) व मोहोर. (Inflorescence).

उपपुष्पपत्र (Bract)—ज्या पानासारख्या भागांतून फुलांची दांडी उगवते, त्या भागास उपपुष्पपत्र (Bract) म्हणतात. हीं उपपुष्पपत्रें पुष्कळ फुलांत वेगवेगळ्या तऱ्हेचीं व वेगवेगळ्या रंगाचीं असतात, कधीं तीं अगदीं साध्या पानासारखीं असतात. जसें, विष्णूनीळ. मात्र त्यांचा आकार पानापेक्षां लहान असतो. मक्याचे कणसावरील आवरणें उपपुष्पपत्रें आहेत. केवड्याचे कणसांतील सुवासिक पिंवळीं लहान आवरणें सुद्धां उपपुष्पपत्रेंच होत. असलीं आवरणें एक झाल्यावर एक येऊन नंतर अंतर्भागीं लहान लहान फुलें लोंबत्या दांडीवर येतात. केळीमध्यें प्रत्येक फणावर एक एक तांबडी संरक्षक पारी असते. ही पारी केळ्यांतील उपपुष्पपत्र होय. घुंया,

अळु, सुरण वगैरेमध्यें अशाच प्रकारचें उपपुष्पपत्र फुलाच्या मोहोराभोंवतीं असतें. प्रथम उपपुष्पपत्र फुटून त्यांतून फुलांचा गुच्छ बाहेर दिसूं लागतो. पिंपळ, वड, अंजीर वगैरेमध्यें लहान आवरणें फळाच्या अग्रावर असतात. पान-शेटियामध्यें उपपुष्पपत्रें तांबडीं अगर पिंवळीं असतात. बोगनवेलीमध्यें तीं गुलाबी रंगाचीं असतात. हीं पुष्कळ वेळां फुलें आहेत, असें वाटतें. पण एक एक उपपुष्पपत्राच्या आंत एक एक फूल चिकटलेलें आढळतें. झेंडू, कॉसमॉस वगैरे फुलांत उपपुष्पपत्रें परस्पर चिकटून त्यास पेल्यासारखा आकार येतो. सूर्यकमळ कुसुम वगैरेमध्यें सुद्धां उपपुष्पपत्राच्या एकावर एक रांगा फुलाच्या बुडीं येतात. गाजर, धने, शोपा वगैरेमध्यें उपपुष्पपत्रें सुतासारखीं बारीक असतात. ॲकार्न नांवाच्या फळाचें बुडीं उपपुष्पपत्राचा कांहीं भाग पेल्यासारखा फळांवर वाढतो. ओकवृक्षाचीं फळें ह्याच प्रकारचीं असतात. गहूं, जव, वगैरेमध्यें नावेसारखीं उपपुष्पपत्रें आढळतात. गव्हांची ओंबी पाहिली म्हणजे, वर दिसणारीं आवरणें सारीं उपपुष्पपत्रेंच आहेत असें वाटतें. प्रत्येक गुच्छामध्यें तीनपासून सहापर्यंत उपपुष्पपत्रें असतात. आंतील पांढऱ्या रंगाच्या उपपुष्पपत्रांत एक एक फूल असतें. ज्याप्रमाणें पानाचे पोटांत कळी उमलून फांदी वाढते, अथवा जेथें म्हणून पानाचें आस्तित्व त्या ठिकाणीं कळीचेंही अस्तित्व असून ती कळी उमलो अगर जळून जावो, त्याप्रमाणें उपपुष्पपत्राचें पोटांत पुष्पकळी असून तिजपासून फूल उमलतें अथवा गळूनही जातें. भेंडी, जासवंदी वगैरेमध्यें पुष्पकोशाखालीं उपपुष्पपत्र वर्तुळ असतें, असें मागें सांगितलें आहेच. कापसाच्या बोंडाखालीं तीन उपपुष्पपत्रें असतात.

एकंदरींत उपपुष्पपत्रें वेगवेगळ्या आकाराचीं, निरनिराळ्या रंगाचीं व कमी अधिक जाडीचीं असतात. उपपुष्पपत्रें पानांप्रमाणेंच कमी अधिक दिवस पुष्पदांडीवर राहतात. मोहोर अगर पुष्पगुच्छ ह्यास एक साधारण उपपुष्पपत्र असून प्रत्येक व्यक्तिमात्र फुलासही वेगळे उपपुष्पपत्र असतें. जो संबंध पानांचा व फांद्याचा असतो तोच संबंध उपपुष्पपत्रें व मोहोर ह्यांमध्यें असतो. ज्या प्रकारची मांडणी पानांत असते, तशीच मांडणी उपपुष्पपत्रामध्येंही असते. विशिष्ट उपपुष्पपत्रामध्यें विशिष्ट मांडणी असते, व त्याप्रमाणें मोहोराची मांडणी विशिष्ट प्रकारची होते. कारण मोहोर उपपुष्पपत्राच्या रचनेवर अवलंबून आहे.

मोहोरः—मोहोर म्हणजे व्यक्ती फूल नव्हे, तर पुष्कळ फुलांचा एकत्र असलेला गुच्छ अगर एकच पुष्पदांडीवर पुष्कळ फुलांचा क्रम, असा अर्थ होतो. फुलांची कल्पना क्षुद्रवर्गीय व उच्च वर्गीय वनस्पतींत वेगळी असते. क्षुद्रवर्गांत दांडीवर जनन पेशी उत्पन्न होतात त्या रचनेस मोहोर म्हणतात. तसेंच सपुष्पवर्गांत ज्या दांडीवर फुलें येतात त्या रचनेंस मोहोर म्हणतात. पांकळ्या अगर सांकळ्या हीं संरक्षक आवरणें आहेत. परागपिटिका व बिजाण्डांची नाळ ह्या सारखीं चिन्हें क्षुद्रवर्गीय जननपेशी (Spores) वरही असतात. जसें उच्चवर्गांत विशिष्ट प्रकारचे मोहोर आढळतात, तद्वत्च क्षुद्रवर्गांत सुद्धां वेगवेगळीं मोहोरसंबंधीं रचना असते.

मोहर ज्या डहाळीवर येतो, त्याचा विचार करणें प्रथम जरूर आहे. जसा पानास देंठ असतो, तसा फुलासही देंठ असतो; पण कांहीं फुलांत देंठ न येतां तशींच तीं फुलें त्या डहाळींवर चिकटलेलीं असतात. जसें—अघाडा, बालकंद, वगैरे. पुष्कळ वेळां एक साधारण दांडी असून, त्यापासून व्यक्तीमात्र फुलास लहान दांड्या येतात. कांहीं ठिकाणीं पुष्पदांडी जमिनींतून निघून त्यावर फुलें येतात. जसें—कांदा, गुलछबू, भुईकमळ वगैरे. केळ, सुपारी, नारळ, वगैरेमध्यें मोहोराची दांडी मोठी असून लोंबती असते. झेंडू, सूर्यकमळ, झिनिया वगैरेमध्यें ती दांडी आंखूड असून तिचा जोर खुंटला असतो. तिचें अग्र निमुळतें न होतां बोथट व रुंद होतें. त्या पसरट भागावरच झेंडूंतील लहान फुलें चिकटलीं असतात, व हा भागच पुष्पाधार होतो.

फांदीची रचना जशी नियमित अगर अनियमित असते, तसेच मोहोरही नियमित व अनियमित असतात. जी कल्पना नियमित फांदीची असते तीच कल्पना नियमित मोहोराविषयीं लागू पडते. म्हणजे अग्राकडील वाढ खुंटून बाजूस नवीन वाढ सुरू होते. प्रथम अग्रावरील फुल उमलून त्यांत बीज तयार होतें. मागाहून बाजूकडील फुलें उमलतात, व त्यांत बीजें उत्पन्न होतात. ह्यांत मुख्य पुष्पदांडीचें नियमन होतें म्हणून त्यास नियमित Definite म्हणतात, जसें—जवस, एरंडी, पानशेठिया वगैरे.

ज्या मोहोरांत पुष्पदांडी (Peduncle) ची वाढ न खुंटतां लम्राकडे ती सारखी वाढत राहते, तसेंच जुनीं फुलें खालीं बुडाकडे येत जाऊन वरचे

बाजूस कोंवळ्या कळ्या येत असतात, त्यास अनियमित Indefinite मोहोर असें समजतात. तंबाखू, लिंबू, ड्युरान्टा, आंबा वगैरेमध्यें असला अनियमित मोहोर आढळतो.

कधीं कधीं एकाच झाडावर दोन्ही नियमितें व अनियमित मोहोर आढळतात. वास्तविक एका झाडावर एकच प्रकारचा पुष्पमोहोर असावा असा साधारण नियम असतो; पण जेव्हां दोन्ही प्रकारचें मिश्रण आढळतें, तेव्हां ते प्रकार ह्या नियमास अपवादच आहेत. सूर्यकमळ, तुळस, गुलाब, वगैरेमध्यें असले मिश्र प्रकार आढळतांत.

नियमित मोहोरांमध्यें फुलांची वाढ मध्यबिंदूपासून बाहेर परीघाकडे असते व अनियमित प्रकारांत उलट परिघाकडून मध्यबिंदूकडे असते. नियमित प्रकारांत फुलांची वाढ उतरती असते. प्रथम टोंकावरील फुलांची वाढ पूर्ण होऊन नंतर खालील फुलांची वाढ होत असते. कधीं कधीं अग्राकडे एकच फूल असतें. अथवा प्रत्येक पानाचे पोटीं एक एक फूल येतें. हें दोन्ही प्रकार नियमित (Definite) च आहेत. अनियमित प्रकारांत फुलांच्या वाढींची दिशा चढती असून फुलें खालून वर वाढत असतात. अग्राकडे नेहमीं कळ्या असतात अथवा अगदीं कोंवळीं फुलें असतात. साधारणपणें समोरासमोर (Opposite) व वर्तुळाकृती (Whorled) पानांची मांडणी ज्या वनस्पतींत असते त्यामध्यें नियमित मोहोर अधिक आढळण्याचा संभव असतो. तसेंच जेथें पानें 'एक झाल्यावर एक' (Alternate) असतात, त्या ठिकाणीं पुष्कळ अंशीं अनियमित मोहोर आढळतो.

पुष्पदांडी लांब अगर आंखूड तसेंच रुंद अथवा मांसल असते. अंतरकांड्यांच्या कमी अधिक वाढीप्रमाणें फुलें एकमेकांपासून कमी अधिक अंतरावर येतात. अंतरकांडीं संकुचित असलीं तर, फुलांचे गुच्छ बनतात.

आतां आपण अनियमित मोहोरामध्यें आणखी कांहीं पोटभेद आहेत, तिकडे लक्ष्य देऊं. मुळे, मोहरी, ड्युरांन्टा, वाटाणे, हरभरे, वगैरे फुलांत एक साधारण पुष्पदांडी असून त्यावर लहान देंठ आलेले असतात. हे लहान देंठ व्यक्तिमात्र फुलांचे होत. अग्राकडे कळ्या असून बुडाकडे जुनीं फुलें असतात. हा अनियमितापैकीं पहिला प्रकार आहे. ह्यास मंजिरी (Raceme) ही संज्ञा योग्य आहे.

फुलगोभी, मोहरीचीं पहिलीं फुलें, आळीव, वगैरेमध्यें फुलांचा झुपका बनतो. येथेंही साधारण एक दांडी असून त्यावर प्रत्येक फुलाची उपदांडी असते. उपदांड्या कमी अधीक लांबीच्या असतात. बुडाकडे उपदांडी अधिक लांब असून वरवर उपदांड्या आंखुड आंखुड येत जातात. त्यामुळें त्यावरील सर्व फुलें एकाच रांगेला येतात. त्यास बृहन्मंजिरी (Corymb) म्हणतात. जशी जशी ती अधिक जुनी होत जाते, त्याप्रमाणें ती पुष्पदांडी (Peduncle) अधिक वाढून फुलें खालीं राहत जातात. अशावेळीं त्यास अगदीं मंजिरी-सारखा (Raceme) आकार येतो. म्हणजे बृहन्मंजिरी व मंजिरी हे दोन्ही बहुतेक एकच प्रकार आहेत.

धने, गाजर, सोवा, शोपा, जिरे, ओवा वगैरेमध्यें, फुलें पुष्पदांडीच्या एका सांध्या पासून निघून प्रत्येक फुलास वेगवेगळी उपपुष्पदांडी असते. ह्या उपदांड्यांस जणूं छत्रीच्या काड्यासारखा आकार असतो. ह्या काल्पनिक छत्रीच्या आकारावरून त्यास छत्रस्तबक (Umbel) म्हणतात. सांध्यापाशीं सुतासारखीं उपपुष्पपत्रें (Bracts) असतात. एखादी दुसरी उपपुष्पदांडी अधिक वाढून त्यावर पुनः पहिल्याप्रमाणें पुनः छत्रस्तबक (Umbel) होतें. जसें–गाजर, धने, वगैरे.

बृहन्मंजिरी व छत्रस्तबक ह्या दोन्ही प्रकारांत मुख्य फरक म्हणजे, पहिल्यांत उपदांड्या वेगवेगळ्या जागेपासून उत्पन्न होतात, व दुसऱ्यांत उपदांड्या एकाच सांध्या (Node) पासून उत्पन्न होतात.

वरील तिन्ही प्रकारांत फांद्यावर फांद्या येऊन त्या प्रकारांचे द्विगुणित भाव झाले असतात. तंबाखू, बटाटे, फुटाणे (Tecoma) वगैरेमध्यें मुख्य मोहोर, तसेंच पोट मोहोर, हे दोन्ही मंजिरीचे प्रकार आहेत. अशीच स्थिति फुलगोभीमध्यें असतें. त्यामुळें त्यास संयुक्त बृहन्मंजिरी (Compound Corymb) म्हणतात. संयुक्त छत्रस्तबक (Compound Umbel) धने, गाजर वगैरेमध्यें असतें, हें वर सांगितलेंच आहे.

वरील तिन्ही प्रकारांमध्यें फुलांस लहान देंठ असतात. पण आणखी एक प्रकार असा आढळतो कीं, तो अनियमित असून व्यक्तिमात्र फुलांस देंठ असत नाहींत. जसें–केवडा, मका, वुइलो, ओक, ॲकॅलिफा वगैरे. केवडा

अगर मका यांमध्यें फुलें केवळ पुंकेसर (Staminate) अगर केवळ स्त्रीकेसर (Pistillate) असतात. मुख्य पुष्पदांडीवर फुलें येऊन ती भारानें लवूं लागते. सुपारी, ताड, नारळ, केळी, अळू, धुंयां, सुरण वगैरेमध्यें मुख्य पुष्पदांडी जाड व मोठ्या उपपुष्पपत्रां (Spathe) तून बाहेर पडून येथें वरीलप्रमाणेंच केवळ एकलिंगीफुलें असतात. गहूं, जव, बाजरी वगैरेमध्यें-सुद्धां फुलांस देंठ असत नाहींत. फुलें उपपुष्पपत्रांनीं वेष्टित असून तीं मुख्य दांडीस चिकटलेलीं असतात.

झेंडू, सूर्यकमळ, करडे, झिनिया, वगैरेमध्यें फुलें एका पुष्पाधारावर असून तीं सर्व मिळून एक फूल असावें असें वाटतें. उपपुष्पपत्रें (Bract) खालीं परस्पर चिकटून त्यास पेल्यासारखा आकार येतो. ह्या उपपुष्पपत्रास(Bracts पुष्पकोश (Calyx) समजण्याचा संभव आहे. पण हा समज चुकीचा आहे. येथें सांकळ्या पूर्णावस्थेस पोहोंचल्या नसून त्यांचे दोन केंसाळ पुंजके व्यक्तिमात्र फुलांवर आढळतात. पांकळ्या व इतर वर्तुळें प्रत्येक फुलांत असतात, ह्या प्रकारास गुच्छ (Capitulum) असें म्हणतात. हे गुच्छ पसरट व रुंद असतात. जसें–सूर्यकमळ. कधीं तें वाटोळें होऊन त्यास चेंडू-सारखा आकार येतो. जसें–कदंब, बाभूळ, शमी, लाजवंती, वगैरे.

अंजीर, उंबर, पिंपळ, वड, नांद्रुक वगैरेमध्यें ज्यास आपण फळ समजतो, तें वास्तविक तसें नसून फुलाचा एक विशिष्ट प्रकारचा मोहोर आहे. कच्चें अंजीर आडवें कापून पाहिलें असतां आंत शेंकडों फुलें दृष्टीस पडतील. हीं अपूर्ण फुलें केवळ स्त्रीकेसर (Pistillate) अगर केवळ पुंकेसर (Staminate) असतात. चोहोंबाजूंनीं खालील पुष्पाधार वाढून तीं सर्व फुलें एकेजागीं जमून त्याचा एक वाटोळा गोळा बनतो. आंतील फुलांची गर्भधारणा घडवून आणण्यास एक प्रकारच्या माशा उपयोगीं पडतात. अग्राकडून माशी आंत घुसून फुलांतील बीजाण्डांत आपलीं अंडीं घालते, त्यामुळें फळ पिकलें म्हणजे आंत शेंकडों लहान लहान किडे उत्पन्न होतात. माशा परागकण एकांतून दुसरीकडे पोहोंचवितात. पुष्पाधार फळ पिकलें म्हणजे मांसल होऊन त्यांत गोड रुची उत्पन्न होते. फळांत बारीक खरीं बीजें हीं असतात. हीं बीजें मात्र स्त्रीपुरुषतत्त्व–संयोग होऊन उत्पन्न होतात.

अनियमित प्रकारांत झाडाच्या कमी अधिक वाढीप्रमाणें तसेंच कांहीं आगंतुक कारणांनीं फरक होऊन मोहोर चमत्कारिक दिसतात; पण तें नेहमींचें नसून विशिष्ट कारणांनीं उत्पन्न झाले आहेत हें लक्ष्यांत ठेवावें.

नियमित मोहोराचे प्रकारांत फुलांची वाढ नियमित असते, हें वर सांगितलेंच आहे. कांहीं वेळां अग्राकडे एक फूल येऊन नंतर खालीं दुसरीं फुलें येतात. अथवा नुसतें एकच फूल अग्रांवर येऊन वनस्पतीची वाढ खुंटते. अथवा उपपुष्पपत्राचे पोटीं एक एक फूल येत जातें. त्यामुळें तेथून वाढणाऱ्या मोहराची वाढ खुंटते. गुलाब, लिंबू, चकोत्रा, वगैरेमध्ये फुलें नियमित असतात. दांडीवर पहिलें फूल प्रथम उमलून त्याचेंच प्रथम फळ होतें. आयक्झोरा, कॉपी, मंजिष्ठ, वगैरेमध्यें फुलांची मांडणी नियमित असते. आयक्झोरामध्यें फुलांचा आकार झुपकेदार असून प्रत्येक झुबक्यांत तीन फुलें असतात. पैकीं मधलें फूल प्रथम फुलून त्याचें बी तयार होतें. मुख्य दांडीवर शाखा, पोटशाखा येऊन एकंदर आकार नियमित झुपकेदार असतो.

फांद्याचे नियमित द्विपाद् अगर बहुपाद् वगैरे प्रकार पूर्वी सांगितले आहेत. तसेंच प्रकार येथें मोहोरांत आढळतात. जवसामध्यें मुख्य दांडीच्या अग्रावर एक फूल आल्यावर खालीं दोन उपदांड्या वाढून प्रत्येकीं तसेंच अग्रावर फुलें येतात. नंतर पुनः पूर्वी प्रमाणें त्या प्रत्येक फुलांचे खालीं दोन लहान उपदांड्या निघून प्रत्येकांवर टोकास पूर्वीसारखें फूल असतें. अशा प्रकारास ' नियमित द्विपाद् ' (Cymose dichassium) म्हणून समजतात. आरेनॅरिया Arenaria नांवाचें वनस्पतींत वरीलप्रमाणेंच नियमित द्विपाद् आढळतो. मोतियानांवाचा बागेंत एक रोपा आढळतो. त्याचीं फुलें मोत्यासारखीं पांढरीं वाटोळीं व लहान असतात. येथें मोहोर नियमित द्विपाद् असतो.

पानशेटिया नांवाचे वनस्पतींत दोन्हीपेक्षां अधिक उपदांड्या एका जागेपासून निघून फुलांची साधारण रचना नियमित असते. अशा ठिकाणीं नियमित बहुपाद (Cymose Poly chassium) म्हणतात.

हॅमेलिया नांवाचे झाडांत मोहोर ' एकमार्गी नियमित,' (Sympodium) असतो. म्हणजे एकाच बाजूकडे फुलें येत जाऊन प्रत्येक फुलाचें स्थान लहान उपदांडीच अग्रावर असतें. ह्या ठिकाणीं लहान उपदांड्या मिळून सर्व

साधारण एक पूर्ण दांडी बनते. विशेषेंकरून उपपुष्पपत्रें (bracts) लवकर गळून गेल्यामुळें पुढें हा नियमित प्रकारच आहे किंवा नाहीं, ह्याची शंका वाटूं लागते. पण जेव्हां कोंवळेपणीं उपपुष्पपत्रें गळून जात नाहींत, त्यावेळेस उपपुष्पपत्र फुलाचे समोर एक एक असतें, म्हणूनच तें फूल अग्राकडे आहे अशी खात्री पटते. जर उपपुष्पपत्राचे पोटीं फूल येतें, तर मात्र तें अग्रावर आहे असें वाटणार नाहीं. शिवाय त्यासमोर येणाऱ्या उपपुष्प पत्राच्या पोटीं दुसरी कळी वगैरे नसते. जी दांडी वाढत पुढें गेली असते, तीच त्या उपपुष्पपत्रांतून उगम पावते असें समजावें. नाहीं तर हा प्रकार साध्या मंजिरीसारखा (Raceme) समजला जाईल. भोंकर व जवस वर्गांत वरील प्रकारचे मोहोर पुष्कळ ठिकाणीं आढळतात.

मिश्रित मोहोर पुष्कळ वेळां पाहण्यांत येतात. झाडांवर शेकडों फुलें निरनिराळ्या फांद्यावर असल्यामुळें सर्वसाधारण मोहोर एक प्रकारचा व व्यक्तिमात्र फांदीवर दुसऱ्या प्रकारचा. असे मिश्र प्रकार पुष्कळ वेळां दृष्टीस पडतात. जसें— सूर्यकमळ, झेंडू, वगैरे. सूर्यकमळाचें पसरट व रुंद फूल झुपकेदार असून त्यांत व्यक्तिमात्र लहान फुलें परिधाकडून मध्यभागांकडे उमलत असतात, त्यामुळें तो अनियमित प्रकार होतो. पण येथें विशेष लक्ष्यांत ठेविण्यासारखी गोष्ट ही कीं, प्रथम फूल अंगर गुच्छ अग्रांवर येऊन नंतर खालील फांद्यावर दुसरीं फुलें येत जातात. तसेंच अग्राकडील गुच्छ तयार होऊन प्रथम त्यांत बीजें तयार होतात. मागाहून खालील गुच्छांत तीं उत्पन्न होतात; म्हणजे व्यक्तिमात्र प्रकार अनियमित असून साधारण प्रकार नियमित असतो. म्हणूनच येथें दोन्ही प्रकारांचें मिश्रण होतें. अशा प्रकारांचें मिश्रण असल्या गुच्छवर्गांत नेहमीं असतें. तुळसी वर्गांतही असलें मिश्रण आढळतें. तुळसीमध्यें मुख्य मंजिरी अनियमित असून व्यक्तिमात्र गुच्छांत त्यांची मांडणी नियमित असते. म्हणजे जी स्थिति सूर्यकमळांत, त्याचे उलट येथें असते.

केशवर्गांत (Scrophularaceæ) अशाच प्रकारची मिश्रित मांडणी असते. येथें फुलें सर्व साधारणपणें अनियमित असून पोटमोहोर नियमित असतात. उपदांडीच्या अग्राजवळ, तसेंच बुडाकडे फुलांचे घोस चिंचोळे असून मध्यभागीं फुलें अधिक खेचिल्यामुळें तो भाग रुंद व मोठा होतो. द्राक्षामध्यें

-ह्याच प्रकारची रचना आढळते. कधीं प्रथम नियमित व पुढें अनियमित अथवा कधीं दोन्हीचे जागजागीं थोडें थोडें मिश्रण होतें.

एकंदरीत फुलें उपपुष्पपत्राप्रमाणें त्यांचे पोटीं येऊन फुलांची मांडणी वेगवेगळी तयार होते. ज्या वनस्पतींत ज्या प्रकारच्या फांद्या आढळतात, त्याप्रमाणें त्या वनस्पतींच्या मोहरामध्यें तीच व्यवस्था आढळते. म्हणून पूर्वी आम्हीं जें—फांद्या, पानें, उपपुष्पपत्रें व मोहोर ह्यांचा परस्पर निकट संबंध असतो,—असें म्हटलें, तें खोटें नाहीं. समोरासमोर (Opposite) पानें असलीं तर फांद्या समोरासमोर असून मोहोरही नियमित प्रकारचा असतो. अथवा वर्तुलाकृत (Whorled) पानांचे ठिकाणीं बहुतकरून बहुपाद (Poly chass ium) मोहोर आढळतो. एक झाल्यावर एक (Alternate) पानें असतांना फांद्या व मोहोर अनियमित आढळतात.

क्षुद्र वर्गांत ज्या फांदीवर जननपेशी (Spores) उत्पन्न होतात, त्या फांदीसच मोहोर म्हटलें पाहिजे. क्षुद्रवर्गांतही एका विशिष्ट ठिकाणींच जननपेशी (Spore) उत्पन्न होतात, सार्वत्रिक होत नसतात, हें विशेष लक्ष्यांत ठेविण्यासारखें आहे. जननपेशीदलें (Sporophylls) उच्चवर्गाप्रमाणें क्षुद्र वर्गांतही आढळतात. बहुतेक त्यांचा आकार पानासारखाच असतो. उच्च वर्गांत हीं दलें एकवटल्यामुळें त्यास आपण फूल असें समजतों. पण क्षुद्रवर्गांत जेथें जेथें म्हणून जननपेशी आढळतात, त्या भागासच फूल ही संज्ञा लावणें योग्य आहे. कारण फुलें म्हणजे जननेंद्रियें; मग तीं पुरुषव्यंजक असोत अगर स्त्रीव्यंजक असोत.

प्रकरण २२ वें.

फळ.

व्याख्या:—गर्भधारणा पूर्ण होताच अण्डाशयांत हळूहळू निरनिराळे फरक होऊं लागतात. गर्भधारणेमुळें हे फरक होण्यास एकप्रकारचें उत्तेजन मिळतें. वास्तविक हे फरक गर्भधारणा घडवून आणण्यास कारणीभूत

आहेत असें नाहीं, तर ते गर्भधारणा पूर्ण होण्याचे परिणाम आहेत असें म्हटलें तरी चालेल. अण्डाशय मोठा होणें अथवा पेशीसमुच्चय मऊ होणें, अण्डाशयांत कप्पे अगर खण कमी अधिक वाढणें, तसेंच पोषकद्रव्याचा सांठा बीजामध्यें भरणें, अथवा वेगवेगळी चव बीजांत अगर अण्डाशयपेशीसमुच्चयांत उत्पन्न होणें, वगैरे गोष्टी, तसेंच इतर अनुषंगिक फरक गर्भधारणा झाल्यावर आपोआप होऊं लागतात. अशा प्रकारचे फरक होत जाऊन पक्क होणाऱ्या अण्डाशयास फळ ही संज्ञा देतां येते. पण क्षुद्रवर्गांत फळ ही संज्ञा कोठें लावावयाची हा प्रश्न उद्भवतो. क्षुद्रवर्गांत गर्भधारणा पूर्ण होते खरी, पण त्यापासून बीजोत्पत्ति होत नसते. एक विशिष्ट पेशी स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोग होऊन उत्पन्न होते, व ती कांहीं काळ विश्रांति घेऊन पुनः त्याजपासून वनस्पति वाढूं लागते. बीजसुद्धां त्याचप्रकारें कांहीं काळ विश्रांति घेऊन योग्य परिस्थिति मिळाली असतां त्यापासून अंकुर उत्पन्न होऊं लागतात. ह्या दृष्टीनें उच्चवर्गीय बीज व क्षुद्रवर्गीय ती विशिष्ट जननपेशी ह्यांत फरक नसतो; पण फळासंबंधीं प्रश्न राहतोच. क्षुद्रवर्गांत स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोग होऊन उत्पन्न होणारें बीज ज्या पेशींत असतें, त्यासच फळ समजलें असतां अयोग्य होणार नाहीं. कारण ती पेशी अगर तो विशिष्ट भाग म्हणजे तेथील अण्डाशयच समजला पाहिजे. पण ह्यांत म्हणण्यासारखे—गर्भधारणा झाल्यावर—फरक न होतां त्यापासून उत्पन्न होणाऱ्या बीजांत फरक दृष्टीस पडतात. कांहीं अतिक्षुद्रवर्गांत जसें आळंब्या वगैरेमध्यें एका विशिष्ट धाग्यावर जीवनकणांचा समुच्चय होऊन त्याच्या विशिष्ट जननपेशी (Gonidia) तयार होतात. ह्या पेशी योग्य वेळ आली म्हणजे आपोआप बाहेर गळून स्वतंत्रपणें त्यांपासून निराळे धागे पूर्वीप्रमाणें उत्पन्न होतात. अशा ठिकाणीं गर्भधारणा होत नाहीं किंवा स्त्रीपुरुषसंयोगही होत नाहीं. येथील प्रत्येक पेशीस स्वतंत्रपणें शरीरसंवर्धन करण्याची शक्ति असून केव्हां केव्हां त्यावर स्त्री अगर पुरुषव्यंजक पेशी उत्पन्न होऊन त्यापासून गर्भधारणा घडते. ह्या स्थितींत फळ ही संज्ञा कोठें लागू पडते ? तर त्या धाग्यावरील विशिष्ट जीवनकणांचा समुदाय जो असतो त्यासच जर फळ म्हणावें, तर तो अण्डाशय नाहीं अगर बीजें त्यामध्यें नाहींत. बरें फळ ही संज्ञा जेथें म्हणून जननपेशीं (Spores) चा समुदाय असतो, त्यासच लावावी असें गृहीत धरलें, तर परागपीटिका अथवा स्त्रीकेसरदलें (Carpels) ह्यांस ती संज्ञा कां लावूं

नये ? कारण परागकण व बीजाण्डें हीं दोन्हीं पुरुष व स्त्री जननपेशी(Spores) आहेत. पण तसें न करितां गर्भीकृत अण्डाशयासच फळ हें नांव देतात. कांहीं क्षुद्रवर्गांत खऱ्या फळासारखें फळ आढळतें. असो; उच्चवर्गांत फळें वेगवेगळ्या तऱ्हेचीं आढळतात, तेव्हां आपण तिकडेच वळावें हें बरें.

गर्भधारणा झाल्यावर फळ बनूं लागलें असतां त्यांत नवीन पेशींची भर होत जाते, अथवा कांहीं उलट पेशी कमी होऊन त्यांस निराळेंच स्वरूप प्राप्त होतें. धोत्रा, बाहवा वगैरेच्या अण्डाशयांत फळ वाढतांना नवीन कप्पे अगर खण उत्पन्न होतात. हे निरनिराळे पडदे नाळेपासून वाढून दोन्ही बाजूंस मिळाल्यामुळें नवीन नवीन खण एकावर एक बनत जातात. बाभळीची शेंग अशाच प्रकारची असते. धोत्र्यासंबंधाचें मागें वर्णन सांगितलेंच आहे. ओकवृक्षाच्या फळांतील अण्डामध्यें तीन केसरदलें (Carpels) असून प्रत्येकांत दोन अण्डें असतात; पण पुढें गर्भधारणा होऊन फळ तयार होऊं लागलें असतां त्यांत एकच बीज उत्पन्न होतें. शिवाय खणांची संख्या तिन्हींची एकावर येते. म्हणजे पांच बीजाण्डें व दोन स्त्रीकेसरदलें (Carpels) फळाच्या वाढींत नाहींशी होतात.

अशाचप्रकारची स्थिति पुष्कळ फळांत आढळते. झेंडूच्या फुलांत दोन स्त्रीकेसरदलें असून फळामध्यें एक कप्पा व एक बीज राहतें. पपनस, चकोत्रा, साखरलिंबू, केळी, डाळिंब, पेरू वगैरे फळांत मधुररस व गोडचव फळें पक्क झालीं असतां उत्पन्न होते. अण्डाशयाच्या तसेंच नाळेच्या पेशी मऊ मांसल होऊन पेशींत मधुररस उत्पन्न होत जातो. पुष्कळ वेळां नाळेच्या पेशी अधिक मांसल होऊन फळांमध्यें गीर अगर बलक तयार होतो. जसें—पेरू, टोमॅटो, वांगे, वगैरे.

जरी वर फळाची व्याख्या गर्भीकृत पक्क अण्डाशय अशी केली आहे, तथापि व्यवहारांत फळ ही संज्ञा लावतांना ह्यां व्याख्येकडे दुर्लक्ष केलें जातें. अशी फळें पुष्कळ आहेत कीं, त्यांत केवळ पक्क अण्डाशयच असतो, असें नाहीं, तर फुलांतील पहिलें वर्तुळ अथवा पुष्पधार किंवा इतर भाग मिळून व्यावहारिक फळ तयार होतें. अथवा कधीं फुलांचे मोहोर, उपपुष्पपत्रें, पुष्पदांडी वगैरेचा फळामध्यें समावेश केला जातो. अशा फळास खरी (True) फळें न म्हणतां भ्रामक (Spurious) फळें समजणें योग्य दिसतें. नास्पाती, स्ट्राबे, सफरचंद, अननस, स्ट्रावेरी, फणस, तुंती, अंजीर, वगैरे फळें खरीं नसून भ्रामक आहेत. त्यांचें वर्णन पुढें करण्यांत येईल.

सर्वच फळें मऊ व मांसळ होतात, असें नाहीं. कांहीं फळें सुकीं होऊन लांकडासारखीं कठीण बनतात. कठीण टणक होणें, वाळून जाणें अथवा मांसल होणें, हें व्यक्तिमात्र फळांच्या गुणधर्मांवर अवलंबून असतें. तसेंच त्याची वंशपरंपरा कायम राहणें, पक्ष्यादिगणापासून संरक्षण होणें, किंवा त्यांच्या संगोपनास जरूर लागणारी एखादी विशिष्ट स्थिति प्राप्त होणें, वगैरे गोष्टीसुद्धां फलांच्या विशिष्ट आकारास किंवा त्यांचे मऊ व टणक होण्यास कारणीभूत होतात. तसेंच फळांवरील विशिष्ट केंस अथवा कांटें किंवा त्यावरील पंखासारखे भाग वगैरे फळास उपयोगीं पडतात. धोत्र्याचें फळांवर अगर एरंडीचें फळावर एक प्रकारचे कांटे येतात, ते फळाचें संरक्षण करण्याचे कामीं उपयोगीं पडतात. मधुमालतीचे फळास दोन पंख असतात, त्यामुळें तीं फळें हवेंतून सहज उडूं शकतात. फळें गोड बनल्यामुळें पक्षी तीं खाऊन त्यांचीं बीजें इकडे तिकडे फेंकितात, त्यामुळें त्यांची वंशपरंपरा चोहोंकडे पसरली जाते.

फळाचें बाह्यांग निरनिराळ्या तऱ्हेचें आढळतें. खरखरीत, मऊ, लुसलुसित कांटेरी, तंतूंनीं वेष्टलेलें, आवरणानीं परिवृत्त, असे वेगवेगळें बाह्यांग निरनिराळ्या फळांत असतें. ह्या सर्वांचा आपआपल्या परि थोडाबहुत उपयोग असतो. अण्डाशयाचा बाहेरील भाग हा फळाचें बाह्यांग बनतो. आंतील बीजें बाह्यांगांत वेष्टिलीं असतात. कांहीं ठिकाणीं बाह्यांग अधिक वाढून आंतील बीजाची वाढ फार कमी होते, अथवा कधी कधीं तें वाढतच नाहीं, जसें—सोनकेळें, कांहीं द्राक्षें, वगैरे. बेदाणा ज्या द्राक्षापासून तयार करितात तेथें बीं मुळींच असत नाहीं. सोनकेळ्यामध्यें एक लांब सुतासारखा मध्यभागीं दोरखंड असून त्यांत बीजें असत नाहींत. अशा पुष्ट फळांचीं बाह्यांगें खाण्याचे कामीं जास्त उपयोगीं पडतात. कित्येक फळांत बाह्यांगांत तीन स्पष्ट पदर दिसतात. जसें—आंबा, नारींग, खारीक वगैरे. आंब्यामध्यें पहिला पदर सालीचा असून दुसरा पदर आंतील रसाळ गीर बनतो. तिसरा पदर म्हणजे कोय होय. कोयींत बीज असतें. आपण नेहमी आंब्यामध्यें गीर खातो, व त्याच्या मधुर रसाकरितां आंबा प्रसिद्ध आहे. नारिंगामध्य बाह्यांगाचा पहिला पदर पिंवळा असून दुसरा पदर कापसासारखा पांढरा असतो. तिसरा भाग आंब्याचे कोयीप्रमाणें कठीण असून त्यांचे जाळ्याप्रमाणें

स्त्रीकेसरदलाच्या दोन बाजू एकपाठीकडील (Dorsal) व एकपोटाकडील (Ventral) हें पूर्वी सांगितलेंच आहे. स्त्रीकेसरदलाची मध्यशीर ही पाठीकडील बाजू होते व कडा एकेजागीं जळन पोटाकडील बाजू बनते. जेव्हां पुष्कळ स्त्रीकेसरदलें परस्परांस चिकटून संयुक्त अण्डाशय तयार होतो, अशावेळेस परिघाकडील बाजू ही मध्य शिरेकडील बाजू असते व पोटाकडील बाजू आंतील भागीं असून तेथेंच त्यास बीजें चिकटलीं असतात. फळें फुटून बीजें बाहेर मोकळीं होतांना ह्या बाजूंचा उपयोग असतो. बहुतकरून फळें किनाऱ्याकडे पोटाकडील अथवा पाठीकडील बाजूशीं फुटतात. नेहमींची रीत म्हणजे ज्या बाजूस बीजें चिकटलीं असतात, तीं प्रथम फुटून बीजें मोकळीं होतात. तूर, उडीद, मसूर वगैरे डाळवर्गांत फळांत दोन्ही बाजू फुटून आंतील पडदे गळून बीजें मोकळीं होऊन बाहेर पडतात. जितकीं स्त्रीकेसरदलें (Carpels) असतात, तितकी पडद्यांची संख्या असते. तसेंच अण्डाशयांतील खण व कप्पे यांवरही त्यांची संख्या अवलंबून असते. संयुक्त फळांत सर्व स्त्रीकेसरदलें मध्यभागीं चिकटल्याकारणानें सर्व विभाग पावणारे पडदे एकेजागीं जमून त्यांचा एक उभा जाड सोंट तयार होतो. फळ फुटूं लागलें असतां हा पडदा आंतील बाजूस सैल होऊन सुटा होऊं लागतो व त्याबरोबरच बीजेंही गळूं लागतात. कित्येक फळें सरळ उभीं न फुटतां, पेटीचें झांकण जसें उघडतें त्याप्रमाणें आडवीं फुटतात. कांहीं वेळां फळें आडवीं फुटतांना अर्धी बाजू फुटून, अर्धी बाजू तशीच चिकटून राहते. अथवा पुष्पकोश (Calyx) फळांशीं संलग्न असल्यामुळें वरील बाजू तेवढी आडवी फुटते, व खालील अर्धा भाग पुष्पकोशाच्या संयोग-जोरामुळें चिकटून राहतो. जसें—कडहल् (Monkey-pot). अफू, अंटिराह्यनम्, तंबाखू वगैरे फळें न फुटतां त्यावर बारीक बारीक छिद्रें पडून त्यांतून बीजें गळूं लागतात. हीं छिद्रें कांहीं ठिकाणीं अग्राकडे, कधीं बाजूकडे, अगर बुडाकडे पडतात. फळें अव्यवस्थितपणें फार क्वचित् फुटतात. मोहरी, शिरस, वगैरेमध्यें दोन्ही पडदे फुटून बीजें त्याबरोबर न गळतां मध्यकणांशीं चिकटून राहतात. कापूस, केशरी बोंड, वगैरेमध्यें पडदे फूटून अण्डाशयाचीं दलें वेगळीं होऊन त्यांत बीजें राहतात. एरंडीमध्यें फळाचीं तीन शकलें होतात, पण बीजें वेगळीं होत नाहींत. प्रत्येक शकलांत एक एक बीज असतें.

फळांचें वर्गीकरण करण्यांत त्यांचीं स्त्रीकेसरदलें संयुक्त अगर सुटीं, अधःस्थ कां उच्चस्थ, सुकीं अगर मांसल, एकबीजी अगर बहुबीजीं, फुटणारीं अथवा न फुटणारीं, वगैरे गोष्टींचा विचार केला जातो. शिवाय फळें खरीं अगर भ्रामक, तसेंच फळें कापिलीं असतां त्यांत स्पष्ट दिसणारे विभाग, बीजाची मांडणी, फळांतील गीर, अण्डाशयापासून अगर नाळेच्या कमी अधिक वाढीपासून उत्पन्न होतो ह्याविषयीं विचार, फळांचें बाह्यांग, बीजाची सोडवणूक, वगैरे सर्व गोष्टींचें मनन करून फळांचें वर्गीकरण कसें करितां येईल हें पाहिलें पाहिजे. तसेंच व्यावहारिक व शास्त्रीय फळें ह्यांतील भेद, अथवा फळ एकदली अगर एकबीजी असून जेव्हां विशेष मोठें नसतें, तेव्हां बीज व फळ ह्यांमधील फरकही सांगितला पाहिजे. नाहींतर फळास बीज अथवा बीजास फळ, असा चुकीचा समज होण्याचा संभव आहे. साधीं फळें, संयुक्त फळें, बहुगुणित फळें, वगैरे प्रकार फळांचे करितां येतात. असो, वरील गोष्टींच्या अनुसंधानानें कांहीं फळांचें वर्णन खालीं देण्याचा विचार आहे.

तुळशी व माठ ह्या दोन्ही वर्गांतील फळें उच्चस्थ असून एकबीजी असतात. दोन्हीमध्यें बारीक बीज असून दोन्हींतील फळांचें बाह्यांग सुकें वाळलेलें असतें. पण तुळशीवर्गांत फळांतील बाह्यांग बीजापासून अलग करितां येत नाहीं, व माठामध्यें तें वेगळें करितां येतें. हीं फळें लहान व एकबीजी असल्यामुळें फळ व बीज हीं दोन्हीं एकच असावींत असें वाटतें. निदान दोन्हींतील फरक स्पष्ट कळत नाहीं. फळांवर नेहमीं परागवाहिनीचें कांहीं चिन्ह असतें, पण बीजावर तिचा संबंध नसल्यानें कोणतीही त्याप्रकारची खूण असणें शक्य नाहीं. ह्या जातीचीं फळें सुकीं असून फुटत नाहींत, व बीजें मोकळीं होत नाहींत.

आंबा, लोकॅट, जांभूळ, बकुळ वगैरे फळें उच्चस्थ असून त्यांतील बाह्यांगाचे तिन्ही पडदे स्पष्ट असतात. बाह्यांगाच्या मध्य पडद्याचा गीर बनून खाण्याचे कामीं येतो. फळें मांसल असून आंतील बीजें दगडासारखीं कठीण होतात. हीं फळें फुटून बीजें बाहेर गळत नाहींत.

पावटा, भुयमूग, वाटाणा, उडीद, तूर, ताग, वगैरे फळांस शेंगा म्हणतात. हीं फळें एकदली असून आंत नाळेपासून पडदे उत्पन्न होऊन पुष्कळ खण

तयार होतात. हीं फळें फुटून बीजें बाहेर गळतात. शेंगेचें निमुळतें अग्र हें परागवाहिनीचा अवशिष्ट भाग होय. फळांवर पुष्पकोश कायम राहतो.

बाभूळ, खैर, वगैरे बीजें शेंगेसारखीं असून तीं फुटत नाहींत. प्रत्येक खणांत एक एक बीज असतें.

तृणजातीच्या फळास दाणे म्हणतात. प्रत्येक दाण्यावर फळाची खूण स्पष्ट असते. ह्या फळांत निराळीं बीजें दाखवितां येत नाहींत. कणीस म्हणजे फळांचा गुच्छ होय. फुलामध्यें अधिक स्त्रीकेसरदलें असून फळांत तें एकच राहतें. फळांतील एका बाजूस असणारा गर्भ म्हणजे येथील बीज होय. असल्या फळांत एकच बीजदल असतें. हीं फळें कधींही फुटत नाहींत.

एरंडी वर्गांतील फळें नेहमीं त्रिदलीं असून दलें वेगळीं होतात. जिरे, धने, सोपा, वगैरेमध्यें फळें द्विदलीं असून प्रत्येक दलांत एक बीज असतें. येथें पुष्पाधार वाढून त्यास दोन्ही दलें चिकटलीं असतात. मधुमालती, पापडी, वगैरे फळांमध्यें दोन पक्ष असतात; त्यांमुळें तीं फळें हवेंतून वाऱ्यानें सहज इकडे तिकडे जाऊं शकतात.

पेरूं, घोसाळीं, दोडके, भोपळे, वगैरेमध्यें फळें मांसल होऊन तीं फुटत नाहींत. बीजें पुष्कळ असून तीं परिघाकडील बाजूस नाळेशीं चिकटलीं असतात. पेरूंचीं बीजें सुटीं होऊन गीरांत बुडालीं असतात. घोसाळ्यांत तीं सुटीं न होतां त्यांचा नाळेशीं संबंध तसाच कायम असतो. गीराची उत्पत्ति नाळेच्या मांसल पेशीसमुच्चयापासून होते.

लिंबूवर्गाचीं फळें वाटोळीं व मांसल असतात. फळाची साल जाड असू त्यांत सुवास उत्पन्न करणारे तेलोत्पादक पिंड असतात. प्रत्येक फांकेव तंतुमय वेष्टण असून मध्यभागीं त्याचें जणूं दोरखंड बनतें. प्रत्येक फांकेंत दोनपासून चारपर्यंत बीजें असतात. असलीं फळें हा वर्ग खेरीज इतरत्र असत नाहींत.

मोहरी, शिरस, गोभी, वगैरेमध्यें फळें शेंगेसारखीं असून त्यांत एकाऐवज दोन स्त्रीकेसरदलें असतात. शिवाय दोन्ही नाळांचा संबंध एकत्र येऊन मध्य भागीं पातळ पापुद्रा उत्पन्न होतो. ह्यास बीजें चिकटतात. फळें बुडाकडून

अग्राकडे फुटत जातात. फळांतील बाह्य पडदे गळून गेले, तथापि बाज मध्यपापुद्र्यावर तशींच चिकटून राहतात. मुळ्यांच्या डिंगऱ्या शिरसापेक्षां लहान असून अधिक जाड असतात. त्या इतराप्रमाणें फुटत नाहींत.

अफू, धोत्रा, कापूस, केशरी बोंड, वगैरे फळें उच्चस्थ व बहुदलीं असतात. अशा फळास बोंडें म्हणतात. हीं बोंडें फुटून बीजें बाहेर गळतात. असलीं बोंडें पुष्कळ वनस्पतींमध्यें असतात.

बहुदलवनस्पतींत फळें अग्राकडे निमुळतीं असतात, त्यामुळें त्यांस कोनाकृति येते. येथें अण्डाशय स्त्रीकेसरदलांनीं पूर्ण आच्छादित नसल्यामुळें बीजाण्डें अथवा बीजें उघडीं असतात. फळें वाळून तीं लांकडांसारखीं टणक होतात. प्रत्येक दलावर दोन बीजें असतात. देवदार, सुरू वगैरे उदाहरणें ह्या वर्गापकीं आहेत.

स्ट्राबेरी, नास्पाती, सफरचंद वगैरे फळें मौल्यवान् समजतात. स्ट्राबेरीमध्यें पुष्पाधार ज्यास्त वाढून वरच्या बाजूस अधिक फुगतो. फुगलेल्या भागांत दाणेदार कण असतात. हें फळ म्हणजे केवळ एक पक्व अण्डाशय आहे असें नाहीं, तर पुष्पाधार मांसल होऊन त्यावरील वेगवेगळे लहान लहान अण्डाशय मिळून एक पूर्ण फळ बनतें. ह्या फळाची रुचि आंबट-गोड असते. उन्हाळ्यांत ह्या फळांचा उपयोग साहेब लोकांत होतो, त्यामुळें त्यास अधिक किंमत येते. हिंदु लोकांत ह्या फळाचा खप फारसा नसतो.

नास्पाती अगर सफरचंद हीं फळें आडवीं कापून पाहिलीं असतां मध्यभागीं कठीण व टणक अण्डाशय दिसतो. येथें पांच स्त्रीकेसरदलें असून प्रत्येकांत दोन बीजें असतात. बाहेरील मांसल भाग पुष्पाधारापासून उत्पन्न होतो. हा मांसल भाग रुचकर असतो. हीं फळें खाण्यास पौष्टिक असतात. आजारी माणसांस ह्या फळापासून फार फायदा होतो.

तुती, फणस, वगैरे फळें साधीं नसून त्यांची उत्पत्ति एका फुलापासून न होतां पुष्कळ फुलांच्या समुदायापासून होते. पक्व तुतीचें परीक्षण केलें असतां, असें आढळून येईल कीं, तें फळ पुष्कळ लहान लहान फलांचें बनलें आहे, तसेंच प्रत्येक फळ वेगळें असतें. त्याबद्दलची खुण म्हणजे परागवाहिनीचा अवशिष्ट भाग हा सुद्धां त्यावर पाहण्यास सांपडतो. म्हणजे एका साधारण पुष्पाधारावर पुष्कळ छोटीं फळें परस्पर चिकटून एक फळ तयार होतें.

पिकलेल्या स्ट्राबेरीमध्यें व काळ्या तुतींत बाह्यदृष्टया फरक आढळणार नाहीं, पण स्ट्राबेरी फलाची उत्पत्ति एका फुलापासून असते व तुतींमध्यें पुष्कळ फुलापासून एक फळ तयार होतें. हा फरक पूर्ण लक्ष्यांत असावा. स्ट्राबेरीचे फुलांत स्त्रीकेसरदलें सुटीं असल्यामुळें फळामध्यें लहान फळासारखे दाणेदार कण दृष्टीस पडतात; पण तुतींमध्यें असला दाणेदार आकार वेगवेगळ्या फुलांतील अण्डाशयामुळें उत्पन्न होतो.

फणसाच्या वाढीची तऱ्हा फार चमत्कारिक असते. प्रथम फणसाचा मोहोर दोन उपपुष्पपत्रांमध्यें वेष्टिलेला असून, तीं उपपुष्पपत्रें गळल्यावर आंतील लबलबीत पुष्पदांडीवर हिरव्या व पांढऱ्या रंगाचे बारीक ठिपके दिसूं लागतात. हे ठिपके फणसाचीं बारीक फुलें होत. गर्भधारणक्रिया पूर्ण झाली म्हणजे, आंतील छोटेखानीं फळें वाढूं लागतात. ज्याप्रमाणें धोत्रा, एरंडी वगैरे फळांत बाहेरचे अंगास कांटेदार सुजवटे येतात, तद्वत्च फणसाचें फळ वाढूं लागलें म्हणजे, ते येऊं लागतात. प्रथम बुडाकडे हे कांटे येऊन नंतर वरवर येत जातात. फणस उभा कापिला असतां आंतील फळांची तसेंच बीजांची मांडणी दिसते. आठळ्यावरील गऱ्याची उत्पत्ती बहुतेक अण्डाशयांतील पेशी समुच्चयापासून होते. गऱ्यांचा तसेंच आठळ्यांचा भाजीमध्यें अगर नुसता खाण्यांत उपयोग करितात.

अंजीर, उंबर, पिंपरणीं वगैरे खरीं फळें नसून भ्रामक (Spurious) आहेत. उंबर कापून पाहिलें असतां आंतील बाजूवर लहान लहान फळें किंवा फुलें दृष्टीस पडतात. हीं सर्व फुलें एका साधारण पुष्पाधारावर असून जेव्हां फळ पक्क होऊं लागतें, त्यावेळेस पुष्पाधार मऊ व मांसल होतो. त्यांतील पेशीसमुच्चय रुचकर होतो. फळांत पुष्कळ वेळां किडे आढळतात. उंबरें बेसावधपणानें पुष्कळ वेळां खाण्यांत येतात, त्यामुळें ते किडे पोटांत जाऊन एखादा रोग उत्पन्न होण्याची भीति असते. तेव्हां हीं फळें खाणाऱ्यांनीं किड्यांविषयीं सावधगिरी घ्यावी हें उत्तम

प्रकरण २३ वें.

बीज.

आतां आपणांस फळांतलि बीजांचा विचार केला पाहिजे. पूर्वी कांहींसा थोडा विचार बीजांविषयीं केला आहेच. त्यांचा संबंध विशेषेंकरून बीजजनन (Germination) दृष्टीनें झाला. ह्याठिकाणीं गर्भीकृत बीजाण्डा (Ovules) पासून कोणत्या घडामोडी होऊन बीजस्वरूप प्राप्त होतें, तसेंच बीजाण्ड-स्थितीचें बीजास्थितींत कसें स्वरूप बदलत गेलें, ह्याचा विचार केला जाईल.

खरोखर मुख्य बाबतींत बीजाण्ड व बीज ह्यांत फारसा फरक नसतो. अण्डावरील दोन्ही पडदे बीजस्थितींत कायम असतात, अथवा संकुचित होऊन त्याची जाड कवची बनते; जसें अण्डांत पोषक अन्नाचा बलक असतो, त्याप्रमाणें बीजामध्येंही अन्नसामुग्री असते. मग ती अन्नसामुग्री गर्भान्तर असो अथवा गर्भबाह्य असो. तसेंच त्यावरील छिद्र (Micropyle) बीजस्थितींतही असते. ह्या छिद्राचा दोन प्रकारचा उपयोग असतो. ह्या छिद्राचा फायदा घेऊन परागनळी आंत घुसून गर्भकोशांतून (Embryosac) गर्भाण्डाकडे जाते. बीजस्थितीमध्यें जेव्हां जनन होऊं लागतें, त्यावेळेस आदिमूल (Radicle) जागृत होऊन बाहेर पडतें, तें ह्याच छिद्रांतून बाहेर येतें. नाळेशीं संबंध दाखविणारी खूण बीजांमध्येंही असते. बीजांत असणारीं बीजदलें अथवा बीजांतील गर्भ, तसेंच त्यांतील खालीं व वर जाणारे प्रथम कोंब हें मात्र बीजाण्डांत नसतात. तेथील गर्भकोशांत असणारें गर्भाण्ड गर्भीकृत झाल्यावर तें वाढत वाढत गर्भ, बीजदलें तसेंच विशिष्ट कोंब उत्पन्न होतात. गर्भकोशांतील द्वितीयक केंद्रा (Secondary nucleus) पासून अन्नोत्पत्ति होत असते. म्हणूनच ज्याप्रकारचें अण्ड त्याच प्रकारचीं बीजें बनतात. छिद्र, नाळेची खूण, पडदे वगैरेचा जो संबंध उभा, आडवा, अगर जवळचा जसा असतो, त्याच संबंध बीजस्थितींत अढळतो. बीजाण्डाचें बाह्य आवरण बीजस्थितींत टणक व कठीण होऊन बीजाची बाह्य कवची बनते. बीजाचें बाह्य आवरण

नरम, कठीण, खरखरीत, केसाळ व पंखाकृति असते. शेवगा, मोहोगनी, बिगो-निया वगैरेमध्यें बीजास पंखे असल्यामुळें हवेंतून एकाजागेपासून दुसऱ्या जागीं त्यास जातां येतें. मांदार व करवीरवर्गांतील बीजास लहानसें झुपके-दार केसाळ आवरण असतें. ह्या झुपकेदार केसाच्या साहाय्यानें बीजें हवेंतून इकडून तिकडे उडूं शकतात. लहान मुलांच्या खेळांतील म्हातारी पुष्कळांनीं पाहिली असेलच. सूर्यकमळ, झिनिया वगैरे बीजांत ह्याच प्रकारचा केंसाळ भाग असतो. हें केंसाळ पुंजके पुष्पकोशदर्शक चिन्हें आहेत. त्यांचा बीजाण्डाच्या आवरणाशीं संबंध नसतो. कापूस, शेवरी वगैरेमध्यें बीजांभोंवती पूर्ण केंसाळ आवरण असतें. त्या केंसाळ रुईपासून पिंजून सूत काढून उत्तम उत्तम कपडे तयार करितात.

कधीं कधीं गर्भधारणा झाल्यावर जेव्हां बीज वाढूं लागतें, त्यावेळेस एखादें उप–आवरण छिद्राजवळ वाढतें. एरंडीवरील बुडाशीं असलेला पांढरा सुजवटा अशाच प्रकारें उत्पन्न होतो. जायपत्रीची उत्पत्ति ह्याच प्रकारची असते. जायफळावरील बाह्यावरण जास्त वाढून पुढें तें सुटें व मांसल होतें. हें मांसल आवरणच जायपत्री बनते. कमळाच्या जातीमध्यें कांहीं बीजावर अशा प्रकारचें बाह्य आवरण वाढून बीजाभोंवतीं एक पिशवी तयार होते.

बाह्यांगाच्या कमी अधिक टणकपणाप्रमाणें बीजाची जननशक्ति असते. ही जननशक्ति पुष्कळ बीजांत वेगवेगळ्या प्रकारची असते. कांहीं बीजें एक दोन वर्षें राहिलीं असतां पेरण्यास निरूपयोगीं होतात. पण तेंच उलट कांहा बीजें पन्नास वर्षांचीं जुनीं जरी असलीं, तथापि त्यांची उगवण्याची चैतन्य-शक्ती कमी होत नाहीं. कांहीं जुनीं बीजें पेरण्यास अधिक चांगलीं समजतात, जसें–काकडी, खिरे, वगैरे. तसेंच कांहीं वनस्पतींत जुनीं बीजें निरूपयोगीं होतात. जसें–लिंबू, महाळुंग वगैरे. येथें एवढें सांगितलें म्हणजे बस्स आहे कीं, बीजामध्यें कवचीवर हवेचा कोणताही परिणाम न होणारा टणकपणा असला तर तीं बीजें जास्त दिवस टिकणारीं असतात.

बीजामध्यें अन्नाचा सांठा असतो. ह्या अन्नाचा उपयोग बीज जननांत होतो. ह्याचा उगम बीजाण्डांत होतो. गर्भकोशांत जें द्वितीयक केंद्र मध्यभागीं असतें, त्यांशीं उरलेलें पुंतत्त्व मिळाप पावून तीन केंद्राचें एकीकरण होतें. केंद्र

द्विधा पावून झपाट्यानें वाढत असतें. मुख्य गर्भाच्या पुष्टतेकरितां ह्यांत पौष्टिक पेशींची तजवीज होत असते. गर्भ वाढूं लागला, म्हणजे ह्यांत तयार होणाऱ्या पेशींचें शोषण होत असतें. कांहीं बीजांत तें शोषण पूर्ण होऊन बीजदलें मोठीं व मांसल होतात. कांहीं बीजांत मगजाचें शोषण अर्धवट झाल्यामुळें त्याचें आवरण गर्भाभोंवतीं राहतें. जसें–एरंडी. एकदल–धान्यवनस्पतींत विशेषें-करून अशा प्रकारचीं मगजवेष्टित (Albuminous) बीजें पुष्कळ असतात. पण द्विदल वर्गांमध्यें अन्नशोषण पूर्ण झाल्यामुळें बीजदलें पुष्ट होतात. येथें ही गोष्ट विसरतां कामा नये कीं, मगजवेष्टित बीजें उगवूं लागलीं म्हणजे बाहेरील मगज हळू हळू आंत शोषिला जाऊन बीजदलें मोठीं होतात. कसेंही असो, मगजाचें अंतःशोषण झाल्याखेरीज जनन होत नसतें.

कधीं कधीं गर्भकोशासभोंवतीं असलेला पोषक बलक (nucellus) सुद्धां बीजस्थितींत शिल्लक राहतो. बहुतकरून तो पोषक बलक गर्भकोश वाढत असतांना संपून जातो; पण कांहीं वेळां अधिक असला तर, बीजस्थितींतही कायम राहतो. जसें–मिरें, मका, वगैरे. मक्यांत पिंवळट कठीण मगजाचें वेष्टन असतें, तें ह्या शिल्लक राहिलेल्या बलकापासूनच उगम पावतें.

सत्त्व, तेल, सात्विक अन्नें, नायट्रोजनयुक्त पोषक द्रव्यें, वगैरे निरनिराळ्या प्रकारचीं अन्नें बीजामध्यें असतात. हीं सर्व द्रव्यें बीजास जनन होत असतां उपयोगीं पडतात. गर्भधारणा झाल्यावर वनस्पतींतील सर्व विशिष्ट पोषक द्रव्यें बीजाकडे धांवून त्यांत त्यांची सांठवण होते. ह्या ठिकाणीं व्यवहारांतील मातृ-प्रेम दृष्टीस पडतें, असें म्हणणें भाग आहे. झाडें आपल्या रोप्यांस उपयोगी पडावीं म्हणून कमी अधिक पौष्टिक द्रव्यें आपल्या इतर खर्चांतून वगळून बीजांत सांठवितात. पण प्राणिवर्ग धडपड करून वनस्पतींची ही नैसर्गिक तजवीज नाहींशी करतो. एकानें जमवावें व दुसऱ्यानें त्याचा उपयोग करावा, अशा प्रकारची स्थिति नेहमीं अनुभवास येत असते, तोच प्रकार येथेंही आढळतो. शिरस, तीळ, खोबरें, भुयमूग, करडे वगैरे बीजांत तेलकट अन्नाची सांठवण असते. गहूं, तांदूळ, मका, जव, जोंधळे, वगैरे बीजांत सत्त्व आढळतें. तालि-मखाना, भेंडी, जासवंद, वगैरेमध्यें एक प्रकारचा डिंक (Mucilage) असतो. कॉफी, खजूर, सुपारी वगैरेमध्यें अन्न फार कठीण झालें असतें. हें

कठीण अन्नही सात्त्विक अन्नापैकींच आहे. डाळीवर्गांत व इतर फळांत नायट्रोजनयुक्त पौष्टिक द्रव्यें आढळतात. हीं सर्व अन्नें निरनिराळ्या स्थितींत असतात. तथापि बीजाचें जनन होत असतां त्यावर रासायनिक परिणाम होऊन, तीं अन्नें विरघळतात. ह्या विरघळलेल्या स्थितींत तीं द्रव्यें लवकर पचविलीं जाऊन संघटनात्मक कार्य घडतें. त्यामुळें बीजापासून अंकुर फटन रोपा वाढूं लागतो.

बीजांतील महत्त्वाचा भाग म्हणजे त्यांतील गर्भ होय, व त्यामुळेंच बीजास इतकें महत्त्व आलें आहे. कारण त्यापासून पुढील रोपा अगर झाड तयार होतें. बीजांतील अन्न व कवची इतकी महत्त्वाची नसून मुख्य गर्भास सर्व प्रकारची सोय व्हावी व त्याच्या मार्गांत कोणतीही अडचण पडूं नये, एतदर्थ त्यांची योजना असते. गर्भ हा खरोखर बालरोपा असून त्यांत रोप्याचे सर्व भाग संकुचित स्थितींत आढळतात. बीजदलें (Coty-ledons), आदिमूल (Radicle) व प्रथम खोड (Plumule) तसेंच त्या गर्भास अवश्य लागणारा पोषक मगज, इतक्या वस्तु गर्भांत आढळतात. ह्या वरील वस्तूंखेरीज अशी दुसरी वस्तु कोणती आहे कीं, ती गर्भांत नसतां केवळ झाडांतच आढळते. फुलें येण्याच्या प्रथमची जी वनस्पतीची स्थिात असते, ती स्थिति गर्भाची असते. फक्त प्रत्येक वस्तु लहान व संकुचित प्रमाणांत असते, एवढाच काय तो फरक. बीजदलांच्या संख्येप्रमाणें एकदल, द्विदल अगर बहुदल बीजें समजतात.

एकदल बीजांतील गर्भ एका बाजूस असून त्याचे भोंवतीं मगजाचें आवरण असतें. कधीं कधीं द्विदल जातीप्रमाणें मध्यभागीं गर्भ असून चोंहोंबाजूंस मगजांचा सांठा असतो. पण अशी स्थिति विरळा असते. द्विदलबीजांत गर्भ नेहमीं मध्यभागीं असून आदिमूल व प्रथम खोड ह्यांचा सांधा दोन्ही बीजदलास चिकटला असतो.बीज छिद्राच्या जवळच आदिमूलअसून त्यांतून तें उगवून बाहेर येतें. प्रथम कोंब लहान लहान पानांचा बनला असतो. द्विदल बीज उगवतांना नेहमीं मध्यभागीं दोन समोरासमोर पानें दृष्टीस पडतात. पण एकदल बीजांत पान एक येऊन तें जणूं गुंडाळलें आहे, असें वाटतें.

विशेषेंकरून बीजदलें सारख्या आकाराचीं असतात. कधीं कधीं त्यांचें कमी अधिक लहान आकार आढळतात. जसें शिंघाडा वगैरे. द्विदल वनस्पतींत

क्षादिमूल अगर प्रथम खोड ह्या दोन्हींपेक्षां बीजदलें नेहमीं मोठीं व स्पष्ट असतात. बहुतकरून एकदलवनस्पतींत आदिमुल (Radicle) खोडापेक्षां लहान असून जाड असतें. कांद्याच्या बीजांत गर्भ अर्धचंद्राकृति असतो. बहुदल-धान्यवनस्पतींत बीजदलें दोन्हीपेक्षां अधिक असतात. जेव्हां गर्भाबाहेर मगजाचें आवरण नसतें, त्यावेळेस बीजदलें जाड व मांसल होतात. तसेंच जेव्हां तें आवरण असतें, त्यावेळेस बीजदलें पातळ पानांसारखीं असतात. बीजदलें देंठविरहित असून त्यांचे किनारे सारखे असतात. अमरवेलाच्या बीजांत बीज-दलें नसून येथील गर्भ पातळ सुतासारखा व मळसूत्री असतो. खरोखर अमरवेल उच्चवर्गांपैकीं द्विदलधान्य-वनस्पतींमध्यें मोडत असून त्यास बीज-दलें वाढत नाहींत, हा अपवाद आहे. नाहींतर नियमाप्रमाणें येथें दोन बीजदलें असलीं पाहिजेत.

येथें ही गोष्ट नमूद करणें जरूर आहे कीं, जर बीजें मगजवेष्टित असतील, तर त्यांतील गर्भ मगजाच्या लहान मोठ्या आवरणाप्रमाणें लहान मोठा असतो. म्हणजे मगजाचें आवरण लहान व पातळ असेल तर गर्भ ज्यास्त मोठा आढळतो. तसेंच तें आवरण मोठें असतांना गर्भ संकुचित व लहान असतो. तृण-जातींतील बीजांमध्यें बीजाच्या आकारमानानें मगजाचा सांठा मोठा असल्या-मुळें त्यांचा गर्भ नेहमीं लहान असून एका कोंपऱ्यांत असतो. पण उलटपक्षीं नेटूलमध्यें गर्भ मोठा असून मगजसांठा पातळ असतो.

बीजें जमिनींत योग्य परिस्थितींत पेरिलीं असतां उगवून त्यांपासून लहान रोपे तयार होतात; व पुढें त्या रोप्यांवर पुनः बीजें येतात. जमीन, हवा, पाणी व उष्णता इतक्या गोष्टींची बीजजननास आवश्यक जरूरी आहे. पाणी मिळालें असतां बीज फुगुन आंतील सजीवतत्त्व जागृत होतें. बीजांतील पोषक सत्त्व रूपांतर पावून त्यांपासून पूर्वीं वर्णन केलेले अंकुर बाहेर पडतात. दिवसें-दिवस तें पोषक सत्त्व कमी होत जाऊन रोप्याची वाढ चांगली होते. पुढें त्यावर पानें, फांद्या वगैरे येतात. शरीरवाढ पूर्ण झाल्यावर हळुहळू फुलें येऊं लागतात. फुलें फुलून परागपतन परागवाहिनीवर होऊन गर्भधारणा पूर्ण होते. त्यापासून फळें तयार झाल्यावर फळांमध्यें बीजें पोसतात. ह्याप्रमाणें बीजापासून पुनः बीज तयार होऊन झाडांची परंपरा कायम राहते.

ही परंपरा केवळ बीजांकडून राखिली जाते, असें नाहीं. तर दुसऱ्या अन्य-मार्गांनींसुद्धां वंशवर्धन केलें जातें. बीजें अगदीं लहान असल्यामुळें त्यांपासून झाडें तयार होण्यास कालावधि लागतो, तेव्हां तें टाळण्याकरितां कलमें वगैरे करून झाडांची उत्पत्ति लवकर करण्यांत येते. नैसर्गिक कलमें आपोआप तयार होत असतात. जेथें फुलें येऊन बीजोत्पत्ति खात्रीनें होईल अशी शंका असते, अशा ठिकाणीं नैसर्गिक कलमें होऊन त्या वनस्पतींची वंशपरंपरा कायम राहते. जाई, जुई, मोगरा, स्ट्राबेरी, रताळी, दर्भ, दूर्वा, गवतें इत्यादिकांत नैसर्गिक कलमें नेहमीं दृष्टीस पडतात. म्हणजे जेथें फुलामध्यें स्त्रीपुरुषसंयोग होऊन बीज तयार होण्यास त्रास असतो, अथवा स्त्रीपुरुषव्यंजक अवयवें येत नाहींत अशा ठिकाणीं नैसर्गिक कलमांशिवाय उत्पत्ति कायम राहणार नाहीं.

कलमें करण्यांत एक विशेष फायदा असतो. बीजांपासून अस्सल झाड तयार होईल किंवा नाहीं याचा नियम नसतो. शिवाय वेळ अधिक लागून उत्तम झाड तयार होईल किंवा नाहीं त्याची शंका जेथें आहे, तेथें कलमें करून फायदा करून घेणें हें उत्तम. कलमांमध्यें मूळ झाडाचे गुण किंचित्‌ही कमी न होतां जसेच्या तसेच कलमापासून उत्पन्न होणाऱ्या झाडांत कायम राहतात. खरोखर हा फायदा फार महत्त्वाचा समजला पाहिजे. शिवाय वेळ थोडा लागून फळेंही लवकर येऊं लागतात. ही गोष्ट खरी कीं, बीजांपासून उत्पन्न होणारीं झाडें जितकीं वर्षें टिकतात, तितकीं वर्षें कलमांचीं झाडें टिकणार नाहींत. पण मूळ गुणांचा कायमपणा, तसेंच लागणारा थोडा काल, हीं लक्ष्यांत घेतां कलमांपासून झाडें तयार करणें हें ज्यास्त श्रेयस्कर आहे. स्त्रीपुरुषतत्त्वांचा संयोग झाल्यावर बीज तयार होऊन जमिनींत पडून उगवून येण्यास बराच काल लागतो. शिवाय रोपा वाढून फळें लवकर मिळत नाहींत. व्यक्तिमात्र झाडाप्रमाणें फळें येण्यास बराच काल जावा लागेल. पण कलमांत स्त्रीपुरुषतत्त्वांच्या संयोगाची जरूरी नसून, मूळ झाडांची फांदी अगर फांटा जमिनींत पुरून जमीन ओली राहील अशी व्यवस्था केली म्हणजे त्यापासून रोपा फार जलद तयार होऊन फळेंही लवकर येऊं लागतात.

कलमें करण्याचे निरनिराळे प्रकार असून त्यांच्या वेळाही वेगवेगळ्या आहेत. कांहीं झाडांत थंडी पडूं लागली असतां कलमें कारितात, व कांहीं मध्यें

कलमांस पावसाळा हवा असतो. विशेषेंकरून जेव्हां झाडांतील रसाचें जोमानें अभिसरण होत असतें, अशा वेळेस कलमें उत्तम साधतात, व हीच वेळ त्यांस योग्य असते. फाटे लावणें (Cutting), दाबाचें कलम करणें, अगर जडवे बांधणें (Layering), फांदीवर फांदी घेणें (Grafting), डोळे भरणें (Budding) वगैरे प्रकार कलमांचे आहेत.

फांटे लागण्यास फांद्या चांगल्या जाड व टणक पसंत करून त्यांची रुंदी सुमारें एक बोटाइतकी ठेवावी. फांद्याची लांबी एक फुटापासून दीड फूट असावी. ज्या फांद्यांवर कळ्या असतील ते फांटे पसंत करावेत. हे फांटे दीड इंच जमिनींत पुरून वरच्या टोंकांस शेण लावून ठेवावें. रोज दोन वेळां पाणी देत जावें. त्या कळ्यांमधून नवीन पानें हळू हळू फुटतात, व जमिनींत आगंतुक मुळ्या (Adventitious roots) निघतात. मुळ्या फुटल्या म्हणजे रोपा रुजला असें समजावें. अशा रीतीनें गुलाब, जासवंदी, कण्हेर, पांढराचाफा, क्रोटन, वगैरेचीं कलमें करितात.

फांदी वांकवून, जमिनींत घुसवून त्यावर थोडी माती टाकून दाबून कलम करावें. अशा प्रकारच्या कलमास दाबाचें कलम (Layering) म्हणतात. जाई, जुई, लिंबू, क्रोटन वगैरेमध्यें अशीं कलमें नेहमीं करण्यांत येतात. मागें खोडाचें वर्णन करतांना नैसर्गिक दाबाचें कलम कसें होत असतें, ह्याविषयीं सांगितलेंच आहे. फांदीस योग्य परिस्थिति उत्पन्न करून आगंतुक मुळ्या (Adventitious roots) सोडावयास लावणें हें मुख्य तत्त्व अशा कलमांत असतें. कित्येक वेळां शेवाळ, फांदीवर सांध्यापाशीं बांधून, सांध्यावर आडवी खाप करितात. नेहमीं दोन वेळां पाण्याची व्यवस्था राखण्यांत येते. आडव्या खापेंतून वेगळ्या मुळ्या फुटून त्या शेवाळांत शिरतात. पुढें ती फांदी चाकूनें कापून दुसरे जागीं लावण्यांत येते. त्या नवीन सुटलेल्या मुळ्या आयत्या जमिनींत शिरून अन्नग्रहण करूं लागतात. अशा रीतीनें साखरलिंबू, संत्रा, गुलाब, जांभूळ वगैरेमध्यें कलमें पुष्कळ वेळां करितात. फांदी वांकवून जमिनींत पुरणें किंवा फांदीवर कृत्रिम जमिनीसारखी व्यवस्था करणें, ह्या दोन्ही गोष्टी एकच असतात.

आणखी एक प्रकारचें कलम आहे कीं, ज्यामध्यें एका झाडाची फांदी दुसऱ्या झाडावर बसवून त्याचा त्या फांदीशीं एकजीव करितात. आंबा, लोकॅट,

फणस वगैरेमध्यें हीं कलमें नेहमीं करितात. प्रथम साधीं बीजें जमिनींत पेरून त्यांपासून रोपे तयार करावे. रोपे सरासरी एक वर्षाचे झाल्यावर, पावसाळा सुरू झाला म्हणजे ज्या झाडांचें कलम घ्यावयाचें असेल, त्यांवर मुळ्या न दुखवितां, मातीसकट केळीच्या सोपटांत गुंडाळून ते टांगण्याची व्यवस्था करावी. रोपे जमिनींत असतांना तीन तीन महिन्यांत एका जागेपासून दुसरे जागीं ते बदलण्याची व्यवस्था करावी. म्हणजे रोप्यांचीं मुळें जमिनींत फार खोलवर जाणार नाहींत. ज्या फांदीवर तो रोपा टांगला असेल, तिची व रोप्यांची रुंदी सारखी असावी. सकाळीं अगर संध्याकाळीं दोन्हींच्या फांद्या चाकूनें उभ्या चिरून एकमेकांवर सारख्या बसवून त्यांवर माती सारावी. दोन्ही फांदींतील अंतररस एकजीव करणें हें कलमांतील मुख्य तत्त्व आहे. रोजचे रोज पाणी देणें वगैरे किरकोळ गोष्टींकडे लक्ष्य पुरवीत असावें. कांहीं दिवसांनीं रोपट्याच्या कलमांवरील पानें व फांदी कापून टाकावी. कलम घेतलेली फांदी चांगली वाढूं लागली म्हणजे मूळ झाडाचा संबंध तोडून टाकावा. ह्या रीतीनें तयार केलेलीं कलमें वाटेल त्या ठिकाणीं लावण्यास योग्य होतात. असल्या कलमांत एक फांदी दुसरीवर बसविणें, अथवा एका फांदीचा दुसरीशीं एकजीव करणें, हा मुख्य हेतु असतो. साध्या कलमांत फांदीवर फांदी न बसवतां फांटा जमिनींत लावून त्यापासून रोपा उत्पन्न करणें हा हेतु असतो.

डोळे भरणें हाही एक कलमांतील प्रकार आहे. एका झाडाचा डोळा काढून दुसऱ्या सजातीय झाडांत बसविणें म्हणजे डोळे (Budding) भरणें होय. डोळा काढतांना तो न दुखेल अशी खबरदारी घ्यावी. ज्या ठिकाणीं तो बसविण्याचा असेल, त्या जागीं चाकूनें उभें चिरून साल सुटी करावी. त्या चिरेंत तो सरळ बसवून ती चीर सोपटांनीं बांधून टाकावी. पंधरा दिवसांनीं डोळ्यांतून कोंब वाढूं लागतो. मागाहून वरील मूळ फांदीचीं पानें वगैरे सगळें कापून टाकावें. डोळे भरण्यांत सुद्धां झाड सुधारून त्यास उंची फळें लागावीं हाच उद्देश असतो. खरोखर डोळे भरणें, फांदीवर फांदी बसविणें (Grafting) ह्या दोहोंत कांहीं फरक नसतो. पहिल्यांत लहान कळी अगर डोळा उचलून दुसऱ्या फांदीमध्यें बसवावा लागतो, पण डोळा अगर कळी म्हणजे मुग्धदशेंतील फांदी होय. तेव्हां मुग्ध फांदी दुसऱ्या फांदीवर पहिल्या कलमांत बसवावी लागते व दुसऱ्यांत पक्की अगर पूर्ण दशेंत असलेली

फांदी दुसऱ्या फांदीवर बसवून दोन्हींचा एकजीव करावा लागतो. तेव्हां दोन्हींमध्यें फरक कोठें राहिला ?

कलमांमध्यें फळें लवकर येऊं लागतात ह्याचें कारण असें आहे कीं, पूर्णावस्थेस पोंचलेल्या फांदीपासून नेहमीं कलमें घेतात; त्यामुळें साहजिक पूर्ण-दशा पावलेल्या पक्क फांदीवर लवकर फुलें येऊन फळें तयार होतात. पक्क फांद्यांचा ऋतुकाल अगोदर पूर्ण झाला असतो म्हणून त्यावर जननेंद्रियें लवकर यऊं लागतात; अर्थात् पुढें गर्भधारणा होऊन फळेंही तयार होतात.

ज्याप्रमाणें झाडांत कलमें करितात, त्याच प्रकारचीं कलमें पिकांमध्येंही आढळतात. बटाटे शेतांत पेरून त्यांपासून बटाट्याचीं रोपडीं नेहमीं तयार करण्यांत येतात; ऊंस लावावयाचा म्हणजे उंसांचीं कांडीं करून शेतांत पेरितात. रताळींही ह्याचप्रमाणें पेरितात. कांदा, लसूण, अळू वगैरेमध्यें हीच स्थिति असते. म्हणजे वरील सर्व ठिकाणीं लहान लहान कोंब अथवा कळ्या पेरून त्यापासून दुसरीं रोपें तयार करितात; अथवा हीं एकप्रकारचीं विशिष्ट कलमेंच होत. येथेंही स्त्रीपुरुषतत्त्वांचा संयोग होण्याची जरूरी नसते.

प्रकरण २४ वें.

पुनरुत्पत्ति.

वनस्पतिवर्गाची वंशपरंपरा चालू राखणें हें त्यांच्या आयुष्यक्रमांतील एक मोठें महत्त्वाचें कार्य असतें. आपल्या चरित्रांतील संकटांचा विचार केला असतां वंश कायम राखण्यास किती अडचणी येतात, याची कल्पना सहज होईल. तसेंच त्यांचा जीवनकलह मोठा प्रतिस्पर्धेचा असून, त्यांतून ज्या वनस्पति टिकतात, त्याच पुढें आपलें वंशवर्धन करूं शकतात. शिवाय पूर्वीं ज्या वनस्पति अस्तित्वांत होत्या, त्या हल्लीं दिसत नाहींत. पूर्वींच्या वनस्पतींना त्यांची परि-स्थिति प्रतिकूल होत गेल्यामुळें हळूहळू त्यांचा वंश अजिबात नाहींसा झाला म्हणजे परिस्थितीस योग्य व जीवनकलहांत हार न जाणाऱ्या वनस्पति केवळ अडचणी सोसूनही उत्पत्ति करूं शकतात. उच्च प्राणी क्षुद्र प्राण्यास खाऊन

टाकण्याची नेहमीं भीति असते. तसेंच सशक्त वनस्पति जीवनकलहांत क्षुद्रवनस्पतीस मागें टाकितात. सशक्त वनस्पतीसही वृक्षादनी (Parastic) क्षुद्रवनस्पतिवर्गांकडून अथवा आलंबीवर्गांकडून भीति असते. लहान कीटक रोपे उगवतांना ते नाहींसे करून टाकितात. पुष्कळ प्राणी वनस्पतीस आपलें भक्ष्य समजतात. इतक्या अडचणीमध्यें परिस्थित्यनुरूप ज्या वनस्पति वांचतील तेवढ्याच पुढें वंशवर्धन करितात. ' योग्यायोग्य ' -व योग्याचीच संगोपना हीं तत्त्वें वनस्पतिजीवनोत्क्रांतीमध्येंसुद्धां आढळतात.

उत्पत्तिकार्य स्त्रीपुरुषसंयोगामुळें उत्पन्न होणाऱ्या बीजाकडून होतें; अथवा क्षुद्रवर्गांतील विशिष्ट जननपेशींकडून (Spore) होतें. तसेंच वनस्पतीच्या शरीरांतील कांहीं भागांकडून म्हणजे कलमादिकांकडून उत्पत्ति होते. दुसऱ्या दोन्ही प्रकारांत स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोगाची जरूरी नसते. एकंदरींत उत्पत्तिकार्य फार महत्त्वाचें असून, जडपदार्थ व सजीव पदार्थ ह्यांमध्यें स्पष्ट भेद दर्शविणारें परमेश्वरी कृत्य आहे असें समजलें पाहिजे. जडपदार्थांपासून कधींही उत्पत्ति होत नाहीं. पण सजीव पदार्थांत ' उत्पत्ति ' हें अंतिम साध्य असतें.

कांहीं क्षुद्रवनस्पतींमध्यें उत्पत्तिकार्य साधें असतें: किण्व (Yeast) वनस्पति एकपेशीमय असून ती वाढत वाढत मोठी होते. तिची एक बाजू ज्यास्त फुगून तीस दोन वाटोळ्या पेशींसारखा आकार येतो. हा आकार येणें म्हणजे उत्पत्तिकार्यास सुरुवात होणें होय. ही वाटोळी नवीन पेशी पूर्वीसारखी होऊन मळ पेशीपासून अलग होते. वाढ व उत्पत्ति हीं सारखींच असतात. पण जेव्हां पेशी वेगळी होऊन स्वतंत्ररीतीनें जीवनकार्य करूं लागते, तेव्हां उत्पत्ति झाली असें म्हणतात. कधीं कधीं ह्या वनस्पतींमध्यें सुद्धां स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोग होऊन उत्पत्तिकार्य घडत असतें. पण अशी स्थिति विशेषेंकरून पोषक द्रव्यें कमी असतांना दृष्टीस पडते. नाहीं तर साधारणपणें येथें ' कळी सोडून ' च (Budding) उत्पत्तिकार्य घडतें.

प्ल्यूरोकोकस् (Pleurococcus) नांवाची एक हिरवळ एकपेशीमय वनस्पति आहे. तिचा जीवनक्रम किण्व (Yeast) वनस्पतीपेक्षां अगदीं वेगळा असतो. हवेंतून कॉर्बन वायु शोषण करण्याची शक्ति हरितरंजकामुळें तिजमध्यें असते. येथें पेशीमध्यें आडवा पडदा उत्पन्न होऊन एका पेशीचे

दोन विभाग होतात, व पुढें याचप्रमाणें दोन्हींचे चार, चारींचे आठ, आठांचे सोळा असे ते वाढत जातात. तयार होणाऱ्या पेशींत मूळ पेशीप्रमाणें केंद्र व पेशीमय द्रव्येंही आढळतात. ह्या पेशी कांहीं काल एकाच साधारण भित्तिकेंत राहून पुढें आपोआप वेगळ्या होऊन आपला स्वतंत्र व्यवहार सुरू करितात. येथें स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोगयुक्त उत्पत्ति आढळत नाहीं. ही वनस्पति हिरवळ शैवालवर्गापैकीं आहे.

शैवालतंतूंत (Spirogyra) पुष्कळ पेशी एकास एक लागून त्यास सांखळीसारखा आकार येतो. प्रत्येक पेशींत फिरकीदार हिरवे पट्टे असून, मधून मधून चमकणारीं विशिष्ट जीवनशरीरें (Pyrenoids) असतात. येथें उत्पत्तिकार्य स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोगजन्य असतें. दोन विशिष्टतंतु एकमेकांजवळ असल्यास परस्पर पेशींत उत्पत्तिभावना सुरू होऊन, परस्पर पेशींतून नळ्यांसारखे रस्ते उत्पन्न होऊन एकमेकांस भिडतात. ह्या वेळेस एका पेशींतील सर्व पेशितत्त्वें संकुचित होऊन त्यांचा जणुं गोळा बनतो. हा गोळा अथवा संकुचित जीवनभाग त्या रस्त्यांतून खालीं जाऊन तेथील केंद्राशीं संयोग पावतो. वरील पेशी त्या वेळेस अगदीं रिकामी होते, व खालील पेशींत दोन्हींचीं पेशिद्रव्यें एकजीव होतात. येथेंही पेशिद्रव्यें गोळ्यासारखीं दिसतात. गर्भीकृत भाग कांहीं वेळ विश्रांति घेऊन पुनः पूर्ववत् वाढून त्यापासून धागे सुरू होतात. शैवालतंतूंस दोन तंतूंची जरूरी उत्पत्तिकार्यास लागते असें नाहीं, तर कधीं कधीं एकाच तंतूंतील जवळच्या पेशीमध्यें हें स्त्रीपुरुषसंयोगकार्य घडतें.

शैवालतंतूंपैकीं प्रत्येक पेशी खरोखर स्वतंत्र वनस्पति आहे, असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. कारण तंतूच्या पेशी अलग अलग जरी केल्या, तरी त्यांपासून वाढ होते. तसेंच प्रत्येक पेशी दुसऱ्या जवळच्या पेशीस कोणत्याही प्रकारची मदत करीत नसते. इतर बहुपेशीमय वनस्पतींत प्रत्येक पेशी सर्वसाधारण वनस्पतीच्या जीवनकार्याकरितां आपला सर्व व्यवहार करिते. उच्च वनस्पतीमध्यें सर्व अवयवांचा उपयोग व्यक्तीच्या कल्याणाकरितां असतो. प्रत्येक अवयव स्वतंत्र कार्य करून त्याचा अंतिम हेतु एकजीवाप्रित्यर्थ असतो. ही गोष्ट शैवालतंतूंमध्यें विशेष लक्षांत ठेविण्यासारखी आहे. ह्याच वर्गांत मात्र अशाच प्रकारच्या कांहीं तंतुमय वनस्पति आहेत.

दमट हवेमुळें उत्पन्न होणारी बुरशीसुद्धां आळंबी (Fungus)वर्गापैकीं आहे. हवेंतून बुरशीच्या जननपेशी (Spore) नेहमीं उडत असतात. योग्य दमट परिस्थिति मिळाली म्हणजे ताबडतोब त्यांचा प्रादुर्भाव होऊं लागतो. हळूहळू त्यांपासून पांढऱ्या नळ्या उत्पन्न होऊन पुढें त्यांचें एक जाळें बनतें. ह्या जाळ्यांपैकीं कांहीं नळ्या हवेंत वाढून त्यांचीं अग्रें वाटोळीं होतात. ह्या वाटोळ्या भागांत जीवनकण पुष्कळ जमून, त्यांपासून जीवनपेशी तयार होतात. योग्य वाढ होऊन पक्वस्थिति झाली असतां त्यांची बाह्यभित्तिका फुटून आंतून शेंकडों स्वतंत्र जननपेशी बाहेर पडतात. ह्या जननपेशी हवेंतून उडूं लागतात, व पुनः पूर्वीसारखी दमट परिस्थिति मिळाली असतां त्यांची उत्पत्ति होते. ह्या उत्पत्तीमध्यें स्त्रीपुरुषत्वसंयोग होत नसतो; पण कांहीं वेळां येथेंही स्त्रीपुरुषतत्त्वसंयोग होऊन उत्पत्ति होते. बुरशीच्या दोन विशिष्ट नळ्या परस्पर भिडून त्यांतून जीवनतत्त्वें परस्परांशीं संलग्न होतात. संलग्न होण्याचे पूर्वी नळ्यांचे अग्रांजवळ आडवा पडदा येऊन त्यांपासून संयोगपेशी तयार होते. ह्या संयोगपेशींत जीवनकण एके जागीं सांठून पडदा आल्यामुळें ते कण दुसरे जागीं जाण्याची भीति नसते. पेशींचा बाह्य पडदा फुटून एकांतून सर्व जीवनकण दुसऱ्यांत शिरून तेथील कणांशीं संयोग पावतात. ह्या वेळेस त्या नळ्यांचा इतर भाग रिकामा असून, फक्त संयुक्त झालेल्या पेशींतच द्रव्याचा भरणा होतो, व त्या भागास काळसर रंग येतो. कांहीं काल ह्या मुग्ध दशेंत ती पेशी राहून पुढें आपोआप तिची बाह्य कवची फुटून आंतील गर्भ वाढूं लागतो. उगवल्यावर पुनः त्यावर जीवनपेशी तयार होतात. ह्या वेळेस बुरशीचें तंतुमय शरीर जाळीदार बनत नाहीं. ह्या संयोगांत दोन्ही संयोगपेशींतील तत्त्वें एकाच प्रकारचीं असून त्यांत स्त्री व पुरुष असा भिन्नभाव नसतो.

कधीं कधीं प्रथम वनस्पतीची उत्पत्ति जननपेशी (Spore) पासून होऊन पुढें कांहीं कालानें त्याच वनस्पतींत संयोगास योग्य अशीं अवयवें उत्पन्न होतात. अवयवें एकत्र येऊन आंतील संयोगतत्त्वांचा एकजीव होतो व त्या एकजीव झालेल्या वर्गापासून पुनः पूर्ववत् वनस्पति उत्पन्न होते. म्हणजे एका वनस्पतीचे जीवनचरित्रांत कांहीं साध्या जननपेशी (Spore) पासून उत्पत्ति व पुढें स्त्रीपुरुषतत्त्व संयोगउत्पत्ति अशा दोन्ही तऱ्हा आढळतात. असला मिश्र प्रकार दुय्यम प्रकारच्या शैवालवर्गांत नेहमीं आढळतो.

कळी सोडणें (Buddiug), पेशीविभाग (Cell-Division), स्वतंत्र पेशी घटना (Free-cellformation), स्त्री-पुरुषतत्त्वसंयोग (conjnga-lion), अथवा तरुणावस्था (Rejuvenes-cence), वगैरे प्रकार उत्पत्तिसंबंधीं पूर्वी सांगितलेच आहेत.

फर्न नांवाच्या वनस्पतींचीं पानें तपासून पाहिलीं असतां, पानाच्या खालील पृष्ठभागांवर फोडांसारखे लहान फगवटे आढळतात. फुगवट्यांचें बाह्यावरण काढिलें असतां आंत जननपेशींचे (Spore) पुष्कळ समुदाय अथवा संघ सांपडतात. येथील जननपेशी (Spores) भुरक्या रंगाच्या असतात. जननपेशी जमिनीवर पडून योग्य परिस्थिति असल्यास उगवूं लागते. ही उगवती पूर्वस्थिति (Prothallas) अस्पष्ट असून जमिनीबाहेर कळण्यासारखी नसते. ह्या स्थितींत पानें वगैरे असत नाहींत. वरील भाग हिरवा असून, खालील भागांवर लहान लहान मुळ्या येतात. मुळयांकडून अन्न-द्रव्यें शोषण होऊन वरील हिरव्या शरीरामुळें कार्बन-संस्थापन व सेंद्रिय अन्न तयार करण्याची तजवीज होते. पुढें कांहीं दिवसांनीं ह्या फर्नच्या पूर्वशरीरांवर स्त्रीपुरुषव्यंजक अवयवें उत्पन्न होऊन त्यांतील तत्त्वें परस्पर मिलाफ पावतात. संयोग झाल्यावर जमिनीवर फर्नचा रोपा दिसूं लागतो. रोप्यास पूर्ववत् पानें येऊन पानांचे मागें वरील फुगवटे येतात, म्हणजे फर्न वनस्पतीच्या आयुष्यक्रमांत स्पष्ट व अस्पष्ट अशीं दोन स्थित्यंतरें आढळतात.

बीजस्थिति फर्न वनस्पतीमध्यें असत नाहीं; पण तात्त्विकदृष्टया विचार केला असतां फर्नची जमिनीवरील हिरवी स्थिति ही बीजस्थिति म्हणण्यास हरकत नाहीं. संयोगानंतर बीजस्थिति उत्पन्न होत असते, तद्वतूच फर्नच्या अस्पष्ट स्थितीवर (Prothallus) दोन अवयवें उत्पन्न होऊन त्यांतील जननतत्त्वांचा संयोग झाल्यानंतर फर्न वनस्पतीस ही बाह्य हिरवी स्थिति मिळते. ह्याच स्थितींत संकीर्ण रचना सुरू होते. बीजें म्हणजे छोटीं मुग्ध स्थितींतील झाडें होत. बीजांमध्यें बीजदलें, आदिमूळ, प्रथम कोंब असतात, म्हणूनच बीजें व फुलें येण्याचे पूर्वींचीं झाडें ह्यांत फरक कांहीं नसून, फक्त लहान मोठ्या आकारांमुळें त्यांस भिन्नत्व आलें आहे. अस्पष्ट स्थितींतील येणारीं अवयवें वेगळीं असून, त्यांतील जननतत्त्व आपली मूळ जागा सोडून पाण्याचे साहा-

त्यानें पहिल्या जननतत्त्वापाशीं येतें. तेथे एकत्र आल्यावर त्यांचा परस्पर एकजीव होतो. दुसऱ्या जननतत्त्वास आकर्षण करण्यास पहिल्या अवयवांत सांखरेची सांठवण असते. निरनिराळ्या वनस्पतींमध्यें आकर्षक द्रव्यें वेगवेगळीं असतात. मॅलिकआम्ल, पातळ डिंक, वगैरे द्रव्यें आकर्षक आहेत.

फर्नहून उच्चवर्गीय स्थिति म्हणजे पुष्पवर्गांची होय. पैकीं बहुदलवनस्पति ही पुष्पविरहित व सपुष्पवर्ग ह्यांची सांगड घालणारी मधली साखळी आहे. ह्या वर्गात जननेंद्रियें उच्चवर्गीय असून, कांहीं लक्षणांत पुष्पविरहिताप्रमाणें त्यांची स्थिति असते. फर्नमध्यें पुरुषजननतत्त्व पाण्यांतून स्त्रीतत्त्वाकडे जाऊन गर्भसंस्थापना होते. एकदल व द्विदलवनस्पति ह्यांहून वरच्या दर्जाच्या आहेत. त्यांत बीजोत्पादन नेहमीं होऊन त्यांचेच योगानें वंशपरंपरा राखिली जाते. बीज दोन परस्पर भिन्नतत्त्वांचा मिलाफ होऊन तयार होतें. तीं तत्त्वें स्त्री व पुरुष असून त्यांचा संयोग म्हणजे गर्भधारणा होय. गर्भधारणा झाल्यावर बीजाण्डास बीजस्वरूप प्राप्त होतें. गर्भधारणा होण्यापूर्वीं स्त्री व पुरुषजननपेशी दोन्हीही आपआपल्यापरी संयोगासंबंधीं तयारी करीत असतात. बीजाण्डांतील गर्भकोशांत केंद्रविभाग होऊन मुख्य गर्भाण्ड उत्पन्न होतें. परागकण परागवाहिनींतून बीजाण्डांत शिरतात. परागकणांची नळी आंत तयार होत असते. वास्तविक नळी उत्पन्न होणें ही पूर्वतयारी आहे. नळीमध्यें खरें पुरुषजननतत्त्व असतें. गर्भ कोशांत (Embryosac) आल्यावर पुरुषतत्त्व, केंद्राचे दोन विभाग होऊन एक गर्भाण्डाशीं संयोग पावतें, व दुसरें खालीं असणाऱ्या द्वितीयक केंद्रांशीं (Secondary nucleus) मिळतें. बीजदलें, उगवते कोंब, ह्यांचा गर्भामध्यें अंतरभाव होतो. द्वितीयक अथवा पौष्टिक केंद्रापासून बीजान्न तयार होतें. पुष्कळ वेळां तें अन्न बीजदलां (Coty-ledon) मध्यें शोषिलें जाऊन तेथें सांठविलें जातें; पण कांहीं ठिकाणीं बीजदलांबाहेर अथवा गर्भाबाहेर अन्नाचा थर राहतो. असल्या बीजांस मगजवेष्टित बीजें म्हणतात, व पहिल्यास मगजविरहित बीजें असें नांव आहे.

जसें फर्नच्या अस्पष्ट उगवत्या (Prothallus) स्थितींत दोन अवयवें उत्पन्न होऊन प्रत्येकांत निराळें जननतत्त्व आढळतें, त्याचप्रमाणें सपुष्पवर्गांच्या परागकणांत व अण्डांत प्रत्येकीं निराळीं जननतत्त्वें असतात. जसा परागकण अगर बीजाण्ड उत्पत्तीस कारणीभूत असतें, त्याचप्रमाणें फर्नचा

भुरका कण उत्पत्तीस कारण होतो; संयोगापूर्वी परागकण अथवा बीजाण्डांतील गर्भकोश आपआपल्यापरी उगवून वाढूं लागतात. परागकणांपासून परागकण-नलिका तयार होऊन त्यांत पुरुषतत्त्व उत्पन्न होतें व गर्भकोश उगवून त्यांत गर्भाण्ड उत्पन्न होतें. तसेंच फर्नच्या भुकटीचा कण उगवून फर्नची पूर्व अस्पष्ट स्थिति उत्पन्न होते व त्यावर स्त्री व पुरुषव्यंजक अवयवें उत्पन्न होतात. स्त्री व पुरुष तत्त्वें उत्पन्न होण्यापूर्वी जशी फर्नच्या कणापासून अस्पष्ट स्थिति उत्पन्न होते, त्याप्रमाणें उच्चवर्गांतसुद्धां जननपेशी (Spore) उगवून अस्पष्ट स्थिति तयार होते. परागकणनलिका ही पुरुषतत्त्व येण्यापूर्वीची अस्पष्ट स्थिति आहे. म्हणजे बीजोत्पादन होण्यापूर्वी जननपेशीचीं दोन स्थित्यंतरें होतात, हीं स्थित्यंतरें वनस्पतीच्या एकजीवनक्रमांत होत असतात, हें विशेष आहे.

जेव्हां जननतत्त्वें भिन्न स्वभावाचीं आहेत असें सांगतां येत नाहीं, अशा वेळेस त्यांच्या मिलाफास केवळ 'संयोग' (Conjugation) हा शब्द योजितात. पण जेव्हां तीं तत्त्वें स्त्री व पुरुष अशीं भिन्न असून त्यांचा मिलाफ होतो, त्यास गर्भधारणा अगर गर्भसंस्थापना (Fertilisation) हा शब्द लाविला जातो. बुरशी, शैवालतंतु, वगैरेमध्यें जननतत्त्वांचा संयोग (Conjugation) होतो; पण आंबा, फणस. गहूं वगैरे उच्चवर्गांमध्यें, जननतत्त्वें एकजीव होऊन गर्भसंस्थापना (Fertilisation) होते.

उच्चवर्गांत जेव्हां एका फुलांत दोन्ही स्त्री व पुरुष अवयवें आढळत नाहींत, फक्त एकच स्त्री अगर पुरुष अवयव असतें, अशा ठिकाणीं त्या स्त्री-अवयवांचा दुसरीकडून परागकण मिळाल्याखेरीज कांहीं फायदा नसतो. जसा केवळ स्त्रीअवयवांचा अशा ठिकाणीं उपयोग नसतो, त्याप्रमाणें केवळ परागकणांचा कोणी तरी उपयोग करून घेतल्याशिवाय त्यांचा असून नसून कांहीं फायदा नाहीं. म्हणून केवळ स्त्री-केसर फुलें, केवळ पुंकेसर फुलांचा नेहमीं उपभोग करून घेत असतात. कांहीं फुलांत स्त्री व पुरुष अवयवें एके जागीं असूनसुद्धां तीं परस्पर फायदा करून घेत नाहींत. त्यांतील बीजाण्डास दुसऱ्या फुलांतील परागकण ज्यास्त सुखकर वाटतात. त्यापासून उत्पन्न होणारें बीज अधिक पुष्ट व सुंदर असतें. फुलांतील पुंकेसरदलें कापून जर दुसऱ्या चांगल्या सजातीय फुलांतील

परागकण आणून पहिल्या बीजाण्डास दिले, तर त्या कणांचा उत्तम उपयोग होऊन त्यांपासून बीजें सुधारत जातील. व वरील प्रयत्नानें रोगांस न हार जाणाऱ्या वनस्पति तयार करितां येतील.

परागकण कृत्रिम रीतींनें परस्पर एकत्र आणण्याऐवजीं आपोआप त्यांचीं नैसर्गिक व्यवस्था होते, व त्या योगानें एका फुलांतील परागकण दुसऱ्या फुलांकडे पोहोंचविले जातात. असल्या फुलांत जरूरीपेक्षां जास्त परागभुकटी असते. कारण वाऱ्यानें ती उडून निरुपयोगी होण्याचा संभव असतो. ही उणीव भरून काढण्या-करितां निसर्गदेवतेनें अशा फुलांत पुष्कळ परागकणांचा परागपीटिकेंत सांठा ठेविला असतो. वाऱ्याप्रमाणेंच किडे, कीटक अथवा मधमाशा पराग पोहोंचविण्याचें काम करीत असतात. अशा वेळेस फुलांतील रचना मनोवेधक व दिखाऊ असते. पांकळ्यांस निरनिराळे रंग असून कधीं कधीं त्यांस उत्तम सुवासही येत असतो. पुंकेसरांची ठेवण वर बसणाऱ्या किड्यांच्या सोयीनुरूप बनली असते. तसेंच मध उत्पन्न करणारे पिंड पांकळ्यांच्या बुडाशीं असतात. माशा अगर कीटक मध पिण्याकरितां फुलांत घुसून त्यांचें शरीर परागधुळीनें भरून जातें. एका फुलावरून दुसऱ्या फुलावर माशा जात येत असल्यामुळें केवळ स्त्रीफुलांस परागकण मिळून त्यांचें गर्भसंस्थापनेचें काम होतें.

कित्येक फुलांत पुंकेसरदलें अति लांब अगर अति आंखूड असल्यामुळें अथवा परागवाहिनी ज्यास्त वाढून पुंकेसरदलांच्या आटोक्याबाहेर असेल, तर तेथील बीजाण्डास दुसरीकडील परागकणांवर अवलंबून रहावें लागतें. पाण्याचे कांठीं उगवणाऱ्या झाडांच्या फुलांचें गर्भीकरण पुष्कळ वेळां पाण्यांतून वाहत येणाऱ्या परागकणांकडून होत असतें. कांठावरील फुलांतून परागकण पाण्यांत पडून तो पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वाहूं लागतो व जेथें त्याच जातीचीं केवळ स्त्रीकेसर फुलें असतील, त्यांस त्यांचा उपयोग होत असतो. एकंदरींत निसर्ग तजवीज असल्यामुळें पुष्कळ फुलांचें गर्भसंस्थापन होऊन त्यांपासून बीजोत्पादन होतें. नाहींतर सर्व केवळ स्त्रीकेसर फुलें बीजोत्पादना-शिवाय सुकून जातीं. तसेंच केवळ पुंकेसर फुलांतील परागकण वांया गेले असते, व त्यामुळें वंशवर्धनास बराच आळा पडला असता.

समाप्त.

पारिभाषिक शब्दांचा कोश.

अ.

अस्थानोद्भूत मुळें Adventitious roots आगंतुक मुळें, योग्य जागीं न येणारीं मुळें.

अनियमित Indefinite (मुख्य वाढीचें) नियमन न होणारे, हा फांदी व मोहोर ह्यांचा एक प्रकार आहे.

अंतर कांडें Internode पेर.

अग्र Apex टोंक.

अनेंद्रिय Inorganic निरिंद्रिय.

अंतरत्वचा Endodermis.

अधस्त्वचा Hypodermis.

अधस्थ Inferior.

अण्डाशय Embryo.

अंतर्वर्धिष्णु Endogenous.

आ.

आकाश Space पोकळी

आदिमूळ Radicle पहिलें मूळ.

आगंतुक मुळें Adventitious roots अस्थानोद्भूत मुळें.

आम्ल Acid

उ.

उत्क्रांती Evolution संक्रमण.

उपपर्ण Stipule पानाच्या बुडाजवळील आवरण.

उपपुष्पपत्र Bract फुलांत पुष्पकोशाखालीं असणारें आवरण.

उत्तेजन Stimulation.

उत्तर Response.

उच्चस्थ Superior.

उपपुष्पवर्तुळ epicalyx.

ए.

एकदली Monocotyledonous एक डाळिंबी असणारें.

एकपाद Monopodial हा एक फांदीचा प्रकार आहे.

एकमार्गी नियमित Sympodial मोहोर अथवा फांदी ह्यांचा एक विशिष्ठ प्रकार आहे.

एक झाल्यावर एक alternate.

एक स्तंभी Monostelic.

क.

केंद्रोत्सारिणी Centrifugal मध्यवर्ती-केंद्रापासून उत्पन्न होऊन परिघाकडे नेणारी.

केंद्र Nucleus पेशींत केंद्र असणें हें जिवंतपणाचे लक्षण आहे. केंद्र पेशींत नेहमीं मध्यभागीं असतें असें नाहीं.

किंकरी मूळ Tap-root किंकऱ्याप्रमाणें जमीनींत भोंक पाडीत घुसत जाणारें मूळ.

कंद Bulb कांद्यासारखें खोड.

कंदक Bulbil लहान कांदा.

कंटक कोष्ठ Thorn कांट्या सारखें खोड.

कंटकपर्ण Spine कांट्या सारखें पान.

कांडें Node ज्या जागेपासून पानें उगवतात ती जागा.

कडा Margin.

केंद्रबिंदु Nucleolus केंद्रांतील मध्य बिंदू.

कळी सोडणें Budding.

काष्ठ Xylem.

केशाकर्षक क्रिया Capillary action.

कारबन-संस्थापन Carbon-fixation.

केसर Filament.
केवल-पुंकेसर Staminate.
केवल-स्त्रीकेसर Pistillate.
कर्णिका Disc.
कवचीं Testa.
किण्व Yeast.
कवच Bark.

ख.

खांचेदार Pitted खाचा असणारा.

ग.

ग्रंथीकोष्ठ Tuber गांठीसारखें दिसणारें खोड.
गर्भकोश Embryo-Sac ज्यांत गर्भ असतो तो कोश.
गर्भ Embryo स्त्री पुरुष तत्वांचा संयोग होऊन गर्भ बनतो. गर्भ हा संकुचित स्थितींत असणारा रोपा आहे.
गर्भधारणा Fertilisation.
ग्रंथ्यंतराल पदर Medullary ray मध्य रश्मी पदर (पुष्कळ स्नेह्यांनीं ग्रंथ्यंतराल पदरा ऐवजीं मध्य रश्मी पदर सुचविला आहे. हा शब्द पहिल्यापेक्षां चांगला आहे.)
गुच्छ Capitulum हा एक फुलांच्या मोहोरांचा प्रकार आहे.

छ.

छत्रस्तवक Umbel हा एक फुलांच्या मोहोराचा प्रकार आहे.

ज.

जनन Germination उगवणें, बीज-जनन-बीज उगवणें अगर रुजणें.
जडस्थान Vacuole शून्य स्थान. जडस्थानांत सजीवतत्वाचा अभाव असतो पण त्यांत पेशी रस Cell-sap पूर्णपणें भरलेला असतो.
जोडीदार Pinnate जोड्या असलेले.
जडवे बांधणें Layering दाबाचें कलम करणें.

झ.

झुड Shrub लंहांन वृक्ष.
झुंडुप Bush तुळशी सारखीं लहान ठेंगणीं झाडें.
झांकणी Cover slip.

ड.

डोळे भरणें Budding चष्मे करणें, कळ्या फांदींत बसवून कलम करणें.

त.

तरुण होणें Rejuvenescence.
तंतुकाष्ठ Phlôem
तैलोत्पादक पिंड–तैल पिंड Oil gland.

द.

द्विदली Dicotyledonous दोन डाळिंब्या असणारे.
द्विपाद Dichotomous हा एक फांदीचा प्रकार आहे.
द्विवर्षायु Biennial दोन ऋतू अथवा दोन वर्षे टिकणारे.
दुग्धरस Latex.
दुग्धरस वाहिनी Laticiferous vessel.
द्वार रक्षक पेशी--Guard–cell.
दाबाचे कलम करणें Layering जडवे बांधणें.

ध.

धांवती फांदी Runner हा एक फांदीचा प्रकार आहे.

न.

नायट्रोजन युक्त पौष्टिक द्रव्यें Proteids हीं द्रव्यें सात्विक द्रव्या प्रमाणें पौष्टिक असून त्यांत विशेष द्रव्य ‘ नायट्रोजन ’ हें आहे. सात्विक द्रव्यांत नायट्रोजन द्रव्याचा अभाव असतो. पण त्या ठिकाणीं सात्विक द्रव्याचीं सर्व मूलतत्वें असून नायट्रोजन, गंधक, व फॉस्फरस् हीं द्रव्यें विशेष आहेत.
निरिंद्रिय Inorganic जीं द्रव्यें इंद्रियजन्य नव्हेत तीं. मीठ, सोरा, खडू, वगैरे द्रव्यें निरिंद्रिय आहेत. त्यांची उत्पति अवयवा पासून होत नसतें.

नियमित Definite (मुख्य वाढीचें) नियमन होणारें. हा एक मोहोर अथवा फांदीचा प्रकार आहे.

नियमित द्विपाद Dichassium मोहोर अथवा फांदी ह्यांचा एक प्रकार आहे.

नाळ Placenta.

प.

पेशी Cell वनस्पति अगर प्राणी ह्यांच्या शरीराचा एक सूक्ष्म घटक भाग.

प्रथम खोड Plumule पहिलें खोड. बीजांतून पहिला वर उगवणारा कोंब अथवा अंकुर.

पवनोपजींवी Aerial अगर Epiphytic हवेंत लोंबणारी.

परान्न भक्षक Parasitic वृक्षादनि.

पेशी रस Cell-sap पेशींत आढळणारा रस.

पोटीं In the axil पानाचे पोटीं वगैरे. पोट अगर पुट म्हणजे पानाकडून स्कंदावर साधिलेला कोन.

पर्णकोष्ठ Phylloclade पानासारखें खोड.

पत्र Lamina देंठानंतर पानाचा पातळ भाग.

पेशीं भित्तिका Cell-wall पेशीचें वेष्टण.

पेशीजाल Tissue पेशीसमुच्चय.

पेशी--द्रव्यें Cell-contents पेशींतील द्रव्यें.

परागवाहिनी Style ज्या नळींतून पराग कण बीजाण्डाकडे जातात ती नळी.

परिवेष्ठण पदर Periblem.

परिवर्तुळ पदर Pericycle.

पिंडजाल Glandular tissue.

पाचक रस enzime.

पेशीघटक द्रव्य Cellulose

पुष्प कोश Calyx हरित् दल वर्तुल.

पुष्प मुकुट Corolla पीत दल वर्तुळ.

प्रत्युत्तर Response.

पराग Pollen.
पराग पिटिका Anther
पुंकेसर Stamen.
पाकळी Petal पुष्प मुकुटाचा एक भाग.
परस्पर दलसंयोग Cohesion.
परस्पर वर्तुळसंयोग Adhesion.
पुंकोश Andròecium.
पुष्पाधार Thalamns.
पुष्पपरिकोश Perianth.
पुष्पदंड Peduncle.
पदर भेदीद्वार Lenticel.
प्रथम काष्ठ Protoxylem.

फ

फांटे Cuttings कलमें.

ब.

बीज छिद्र Micropyle बीजा वरील छिद्र.
बीजदल Cotyledon डाळिंची.
बहुदली Poly-cotyledonous बीजांत पुष्कळ डाळिंब्या असणारें.
बुंधा Stem खोड.
बहुवर्षायु Perennial पुष्कळ वर्षे टिकणारे.
बाह्यत्वचा Epidermis बाहेरील कातडी.
बीजाण्ड Ovule गर्भधारणे नंतर ह्या पासून बीज तयार होतें.
बाष्पीभवन Transpiration.
बहुस्तंभी Poly-stelic.
बहिर्वर्धिष्णु Exogenous.
बृहन्मंजिरी Corymb हा एक मोहोराचा प्रकार आहे.

भ.

भेंड Pith.
भित्तिका Wall वेष्ठण.
भ्रामक Spurious भ्रमदायक, खोटें.
भूछत्र Mushroom.

म.

मगज वेष्ठित Albuminous गर्भासभोंवती मगज असणारें.
मूलावरण Root–Cap मुळावरलि वेष्ठण.
मांसल मुळें Fleshy roots लबलबित मऊ मुळें.
मुगारा Bud कळी.
मूलकोष्ठ Root-stock मुळासारखें दिसणारें खोड.
मळसूत्राकृति Spiral फिरकीदार.
मध्य पदर Plerome.
मध्य रश्मीपदर Medullary ray दोन ग्रंथी मध्यें असणारा पदर, ग्रंथ्यंतराल पदर.
मूल जनित शक्ति Root–pressure.
मध्यशीर Mid-rib पानांतील मोठी शीर.
मोहोर Inflorescence.
मंजिरी Raceme.

ल.

लंबवर्धक पेशीजाल Prosenchyma.

व.

वृक्ष Tree मोठें झाड.
वृक्षादनी Parasitic परान्न भक्षक, दुसऱ्या झाडावर उगवून त्यापासून अन्न शोषण करणारे.
वर्षायु Annual एक ऋतु अथवा एक वर्ष टिकणारे.
त्वक्कंटक Prickle त्वचेवरील कांटे

वर्तुलाकृती Whorled

वलयाकृति Annnlar वळ्यासारखे.

वाहिनी Vessel रस ने आण करणारी नळी.

त्वचा पदर Dermatogen

वाहिनीमय ग्रंथी Vascular bundle.

वाहिनीमय ग्रंथी जाल Vascular tissue.

वस्तू आंबणें Fermentation फसफसणें आंबट होणें.

वळीं बांधणें Ring Budding.

त्वचा रंध्र Stoma

विघटी करण Decomposition.

श.

शिरांची मांडणी Vanation.

शुभ्रवर्णी शरीर Leucoplasts पांढऱ्या रंगाचें शरीर.

श्वासोश्वास क्रिया Respiration

शिरा रज्जू Vein-strand.

शैवाळतंतू Spirogyra.

स.

सजीव तत्व Protoplasm जीवन तत्व. हे तत्व प्रत्येक सजीव वस्तूंत असतें. वस्तूच्या जिवंत स्थितींत ह्या तत्वाचें रासायनिक पृथक्करण बरोबर रीतीनें करितां येत नाहीं. मृतास्थितींत कारबन, हायड्रोजन, आक्सिजन, नायट्रोजन, गंधक व फॉस्फरस, हीं मूलतत्वें त्यांत आढळतात.

सपुष्पवर्ग Phanerogam फुलें दृश्य स्थितींत धारण करणारा वनस्पतींचा वर्ग. ह्याचे उलट ' पुष्प विराहित ' ' Cryptogam ' म्हणून एक दुसरा वर्ग आहे. ह्या वर्गांत फुलें मोठीं व डोळ्यांस सहज दिसण्या जोगीं असत नाहींत.

सत्व Starch गहू, ज्वारी वगैरे धान्यांत जो पिठूळ पदार्थ सांपडतो त्यास सत्व म्हणतात. सत्वाचीं मूलभूत द्रव्यें कारबन, हायड्रोजन व आक्सिजन हीं होत.

सात्मीकरण Assimilation स्वतःच्या शरीराप्रमाणें करणें. आत्मरूप देणें-
सेंद्रिय Organic इंद्रिय जन्य, अवयवापासून उत्पन्न झालेलें.
सात्विक पोषक अन्नें Carbohydrates सत्वासारखीं मूलभूत द्रव्यें असणारीं अन्नें. सत्व, साखर, तेल, सेल्युलोज (पेशी वेष्ठन द्रव्य), इन्युलिन् वगैरे पदार्थ सात्विक पौष्टिक अन्नेंच आहेत.
स्कंद Stem खोड,
सकंद कोष्ट Corm हा एक खोडाचा प्रकार आहे.
सूत्र कोष्ठ Tendril सुताप्रमाणें दिसणारें खोड.
सूत्रपर्ण Tendril सुतासारखें पान.
साधें पान Simple leaf.
संयुक्त Compound संकीर्ण.
समांतर Parallel सारख्या अंतराचे.
समोरासमोर Opposite.
सम परिमाण पेशीजाल Parenchyma.
साल Cortex.
संवर्धक पदर Cambium.
स्तंभ Stele
समगामी पेशी Companion cell.
स्त्रीकेसर दल Carpel.
सांकळी Sepal हरित् दल, पुष्प कोशाचा एक भाग.
स्फटिकमय Crystaline स्फटिकासारखे.
स्त्रीकोश Gynoècium.
स्त्रीकेसराग्र Stigma.
स्वस्तिकाकृति Cruciform
स्तंभ बाह्य Extra-stelar.
स्तंभांतरगत Intrastelar.
संयुक्त जाल Conjunctive tissue.
संयुक्त छत्रस्तबक Compound Umbel

संयुक्त वृहन्मंजिरी Compound corymb.
संयुक्त मंजिरी Panicle, Compound Raceme.

ह.

हरितवर्ण पदार्थ Chlorophyll हरितरंजक. ज्या पदार्थानें पानांस हिरवा रंग येतो तो पदार्थ. पुष्कळ ठिकाणीं हरितवर्ण पदार्थाचे जागीं नुसता हरितवर्ण शब्द चुकून पडला आहे. कांहीं लोक हरितरंजक व हरितवर्ण-पदार्थ हे दोन्ही शब्द सन्मानार्थी उपयोजितात.
हवेंत लोंबणारीं मुळें Aerial roots पवनोपजीवीं मुळें.
हस्तसादृश Palmate हातासारखा.
हरितवर्ण शरीर Chloroplast हिरव्या रंगाचें शरीर, हरितरंजित शरीर.
हरित्दल वर्तुल Calyx पुष्पकोश.
हरित्दल Sepal सांकळी, पुष्पकोशाचा एक भाग.

शुद्धीपत्र.

पान.	प्यारा.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१	२	६	केंद्रा सारिणी	केंद्रोत्सारिणी
७	१	१३	शोधितां	शोषितां
१२	१	२	Vacuols	Vacuoles
१४	१	३	अन्न	अग्र
१६	३	१०	मिळविण्याची	मिळण्याची
२०	२	२	बिम्रोनिचा	बिग्नोनिया
३१	३	४	उभें डोकें	उभीं डोकीं
३७	१	१०	इंगाडारसिस्	इंगाडलासिस्
३७	३	७	अकॅशिमा	अकॅशिया
४०	३	५	रुलिया	रुबिया
४३	२	६	Carved	Curved
४३	४	५	वनस्पती शब्द झाल्यावर	एकदल वाचावा
४८	४	३	त्रिकोणी	त्रिकोनी
५०	१	८	कणसूक्ष्म	सूक्ष्मकण
५१	२	२२	Chlorophll	Chlorophyll
५२	१	१२	Slipr	Slip
५४	३	१	पण ह्या शब्दापुढें	'तें' हा शब्द वाचावा
६०	२	१	पेशीजात	पेशीजाल
६४	१	८	अंतराल पदर (Periblem)	परिवेष्टण पदर (Periblem)
६४	१	१४	अंतराल पदर	परिवेष्टण पदर
६८	५	४	Exodermis अंतरालत्वचा	(Hypodermis) अधस्त्वचा
७०	३	१	ग्रंथ्यंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७०	३	२	Pleome	Plerome

पान.	प्यारा.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
७०	५	१	ग्रंथ्यंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७२	२	२	Combium	Cambium
७४	३	४	सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून दर्शक······दर्शक शब्द आधिक पडला आहे	
७५	१	६	स्तंभ (Stete)	स्तंभ (Stele)
७५	१	१४	Cnojunctive	Conjunctive
७८	१	१	Bark ह्या शब्दापुढें कवच हा शब्द वाचावा	
७९	१	१	ग्रंथ्यंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	२	१	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	३	३	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	३	५	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	३	६	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	३	८	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
७९	३	१४	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
८१	१	१२	अंतरालसंवर्धकपदर	मध्यरश्मीसंवर्धकपदर
८३	२	४	अंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
८४	१	५	अंतरालसंवर्धकपदर	मध्यरश्मीसंवर्धकपदर
८५	३	१३	गडबडित	खरबरित
८७	१	२	Combium	Cambium
९७	१	१	विरोध	विराधी
९९	२	८	आपल	आपल्या
१०१	३	५	पेशीमध्यें पोकळ्या	पेशीमध्य–पोकळ्या
१०९	३	३	Nucleius	Nucleus
११०	३	८	Plents	Plants
११३	२	९	वळविलेलीं	वळलेलीं
११३	३	२	परावर्तन	त्याचें पृथक्करण
११३	"	३	परावर्तनामुळें	पृथक्करणामुळें
११३	"	४	परावर्तनें	पृथक्करण

पान.	प्यारा.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
११४	*	३	परावर्तन पावणाऱ्या	पृथक्करण झालेल्या
११४	,,	ओळ शेवटची	लहरीप्रमाणें लांब आखूड	वरील शब्द नको आहेत
११५	२	१८	बाह्यवस्तूंत	बाह्यवस्तूंतून
११६	१	१३	खेन्द्रिय	सेंद्रिय
११७	२	६	अडकवले	अडकविले
१२०	२	१	समपेशी परिमाणी	समपरिमाण पेशीजालाचे
१२०	३	१	ग्रंथ्यंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
१२०	६	३	ग्रंथ्यंतरालपदर	मध्यरश्मीपदर
१२२	२	९	श्वास-क्रिया	श्वासोच्छ्वास-क्रिया
१३०	१	१	हरिद्वर्णक	हरितवर्ण पदार्थ
१३०	४	१	Chlorfbyll	Chlorophyll
१३०	७	२	निघटीकरण	विघटीकरण
१३१	१	६	म्यास	त्यास
१३७	३	९	'एक झाल्यावर' ह्यापुढें एक असा शब्द वाचावा	
१३८	४	१	विग्नोनिया	बिग्नोनिया
१४०	१	३	Teudril	Tendril
१४०	१	५	उत्तेजनगीत	उत्तेजनगति
१४१	१	४	डुसरे	दुसर
१४१	१	१०	आमलाचा	आम्लाचा
१४३	२	५	पेशीमित्तिका	पेशीभित्तिका
१४३	३	२	अजूनि	अजून
१४६	१	५	Androcium	Androecium
१४६	२	४	स्त्रीकेसर-दल	स्त्रीकेसर-दलें
१४६	२	४	Corpel	Carpel
१४९	१	१२	म्हणन	म्हणून
१५०	२	१८	सुई	रुई
१५२	३	५	पुष्पाकार	पुष्पाधार

पान.	प्यारा.	ओळ.	अशुद्ध.	शुद्ध.
१५२	३	५	वाटोळ्या	वाटोळा
१५७	१	१०	वीज	तजवीज
१६१	३	५	आंब्याचे हा शब्द चुकून प्रथम पडला आहे तो 'असतात' ह्या शब्दापुढें वाचावा	
१६२	१	१	एकदांच	एक खांच
१६२	४	५	Snyne	Style
१६३	१	२	खण	कण
१६४	३	९	अग्रवाहून	अग्र वाहून
१६८	१	७	राहतात	धरितात
१७१	३	४	embryose	embryo-sac
१७२	१	३	embryo-sae	embryo·sac
१७२	१	५	केंद्राच्या	केंद्राचा
१७४	१	१	आग्ररंध्रच	बीजरंध्रच
१७६	१	१	द्वितीय	द्वितीयक
१७६	१	९	गर्भांच	गर्भांच्या
१७६	१	१४	अशक्य	अवश्य
१७७	१	६	कॉस्पास्	कॉस्मॉस्
१७८	४	१	लग्राकडे	अग्राकडे
१८९	१	२८	उपयोगीं शब्दापुढें 'पडणाऱ्या' हा शब्द वाचावा.	

सूचनाः—सहज समजण्यासारख्या अशुद्ध शब्दांचा येथें समावेश केला नाहीं. वरील शुद्धीपत्राप्रमाणें प्रथम पुस्तक शुद्ध करून नंतर तें वाचावें, अशी वाचकवर्गास विनंति आहे.